Allgemeine Bauzeitung

mit Abbildungen.

Redigirt und herausgegeben

von

Prof. Ch. F. Ludwig Förster,

k. k. Architekt,

Kunstmitglied der k. k. Akademie der schönen Künste in Venedig, Mitglied der kaiserl. russischen Akademie von St. Petersburg, der königl. Akademien der Wissenschaften und Künste in Brüssel und in Antwerpen, korrespondirendes und Ehrenmitglied der königl. Societät der britischen Architekten in London, Mitglied der französischen Gesellschaft zur Erhaltung der historischen Monumente, auswärtiges Mitglied des Institutes der Provinzen von Frankreich, Ehrenmitglied des polytechnischen Vereins für Bayern und des Vereins zur Beförderung und Ermunterung der Industrie und Gewerbe im Herzogthum Steiermark, d. Z. Vorstand des österr. Ingenieurvereins, Ritter der kaiserl. französischen Ehrenlegion und des königl. griechischen Erlöserordens, Inhaber des kaiserl. österr. goldenen Verdienstkreuzes mit der Krone und der goldenen Medaille für Wissenschaft und Kunst u. s. w.

Zwei und zwanzigster Jahrgang.
1857.

Mit einem Atlas von 86 Blättern in Folio- und Halbfolioformat, und mit 29 dem Texte beigefügten Abbildungen in Quartformat und 12 Holzschnitten.

Als Beilagen: Das Literatur- und Anzeigeblatt für das Baufach, Band VI, von Nr. 7 bis Nr. 10.
Notizblatt, Band IV, von Nr. 5 bis Nr. 10.

Verlag von L. Förster's artistischer Anstalt in Wien.

Digitized by Google

Titel.	Nummer und Seite der beigelegten od. beigedruckten Abbildungen.	Seite
VII. Maſchinen und Beſtandtheile derſelben; Inſtrumente und Apparate bei Bauführungen, beim Eiſenbahnbetrieb und bei verſchiedenen Induſtriezweigen.		
Apparate und Mechanismen zur Einrichtung einer Papierfabrik	**82—88**	29—37
Maſchinen und Apparate zur Erzeugung künſtlicher Brennmaterialien	**102—104**	120—131
Ein neuer Motor, welcher ſtets mit demſelben Dampfe arbeitet, dem man bei jedem Kolbenhub die Wärme wieder gibt, die er bei Hervorbringung des mechaniſchen Effektes verloren hat, von Seguin	N. Seite 99	89—98
Maſchinen und Apparate zur Oelfabrikazion mit Dampfbetrieb	**112—114**	152—170
Hydrauliſche Preſſen zur Oelfabrikazion	**114**	163—165
Straßenwalzen	**125**	209—211
Der verbeſſerte Arlegraph, von v. Claricini	Seite 329 und 330	328—331
Hebegerüſte und Transportwagen beim Baue der Brücke über den Main bei Schweinfurt	**127—128**	338—340
Mechanismus zum Oeffnen der Fallthüren am Wehr bei Cumieres	**156**	
VIII. Dekorazionen.		
Ornamente im gothiſchen Stil der Votivkirche in Wien	**78—80** und **89—91**	
Steinernes Treppen- und Balkongeländer im Hofe des Palaſtes Real-Audiencia zu Barcelona	**98**	
Steinerne Zinnenbekrönungen in demſelben Gebäude	**98**	
Ornamente und Faßaden, ſo wie einzelne Faßadentheile im byzantiniſchen Stil	**143—154**	
Moſaik der Kirche zu Dſchemilab	**141**	364
Veranda und Fenſterdekorazionen am Landhauſe der Hrrn. Waſſerburger in Baden	**119**	
Roſtralſäule im Arſenal des öſterr. Lloyd in Trieſt	**131**	
Eingang, Brunnen, Giebelverzierungen, innere Wanddekorazionen der Villa am Traunſee	**135—138**	
IX. Ueber verſchiedene techniſche Gegenſtände.		
Die neuen Eiſenhüttenwerksanlagen in Rubrort, beſchrieben v. Schliwa	Seite 25 und 27	24
Die Kunſt Quellen zu entdecken, v. Paramelle	N. Seite 92—93	N. 81—87; 89—101; 105—109
Papierfabrikazion und die dazu gehörigen Einrichtungen	**82—88**	29—37
Die neue Hochofenanlage in Hörde, beſchrieben von Schliwa	Seite 44	42—43
Ueber das Verhalten des Waſſers zu regulimiſchem Blei, von Dr. Elsner		91—92
Die Behandlung des Elfenbeines, Beines, Hornes und Holzes mit farbigen Beizen, von Herrmann		N. 71—81
Erzeugung künſtlicher Brennmaterialien	**102—104**	120—131
Wäſche-Trocken-Anſtalt in dem Kreis-Armen- und Irrenhauſe zu Frankenthal in der bayr. Rheinpfalz, von Fries	**110**	147—149
Ueber Oelfabrikazion und Beſchreibung einer Oelmühle mit Dampfbetrieb	**112—114**	152—170
Vervollkommnung in der Fabrikazion des Eiſens		N. 119
Ueber die öffentliche Reinlichkeit in den Städten	**123—124**	205—209
Mechaniſche Zubereitung der metalliſchen Oxyde und ihre Behandlung in einem Ofen von eigenthümlicher Konſtrukzion	Seite 247	239—240
Die Neufaſſung des geilnauer Mineralbrunnens, von Taſche	N. Seite 137 u. 139	N. 129—1
X. Wiſſenſchaftliche, äſthetiſche und techniſche Abhandlungen, Unterſuchungen und Berechnungen, Verſuche ꝛc.		
Ueber den Bau der Kaſernen vom Standpunkte der Geſundheitslehre aus		10—23
Lüftung der Säle in den Kaſernen		10—15

Digitized by Google

Titel.	Nummer und Seite der beigelegten od. beigedruckten Abbildungen.	Seite.
Heizung und Beleuchtung der Kasernen	. . . . .	15—16
Abtritte und Urinplätze in den Kasernen	. . . . .	21—22
Ueber den Luftstrom im Schornsteine	. . . . .	88—90
Ueber das Verhalten des Wassers zu regulinischem Blei, von Dr. Elsner	. . . . .	91—92
Ueber die Form und Bestimmung der Dimensionen der Gewölbe, Pfeiler, Widerlager u. s. w bei massiven Brücken	. . . . .	L. 111—129
Ein neuer Motor, welcher stets mit demselben Dampf arbeitet, dem man bei jedem Kolbenhub die Wärme wiedergibt, die er bei Hervorbringung des mechanischen Effektes verloren hat, von Seguin	N. Seite 99	N. 89—98
Ueber die Gewölbe- und Widerlagerstärke gemauerter Brücken	. . . . .	L. 122—129
Auf Erfahrung gegründete Betrachtungen zur Nutzanwendung bei der Erbauung von metallenen, steinernen und hölzernen Brücken, Trägern, Entlastungsbogen, Dachstühlen, überhaupt von allen Bautheilen, welche bedeutende Lasten zu tragen haben	Seite 322 ꝛc.	251—327
Prüfung der neuesten in England und Frankreich vorgeschlagenen Vorrichtungen zur Verbrennung des Rauches und Beschreibung eines neuen Verfahrens durch Jules Kindt	L. Seite 141	L. 133—143
Vergleich der Widerstandsfähigkeit hohler und voller Ziegel	. . . .	N. 139
XI. Allgemeine Monumentalkunde und Archäologie, Geschichte der Kunst und der verschiedenen Zweige des Bauwesens.		
Die Ruinen von Baalbeck	. . . . .	N. 68—69
Die Baugeschichte des Louvre, von Bitet	**93—95** u. Seite 49	45—87
Der Hof des Palastes Real audiencia zu Barcelona, von Erhard	**98**	108
Ein Tag in Pompeji	. . . . .	N. 121—126
Die Baukunst der Kirchen und Klöster im Orient	**139—154**	343—402
XII. Biographien und Nachrichten von Künstlern.		
XIII. Gesetze, Verordnungen, Dienstorganisazion, Kontrole des Bauwesens, Verträge u. s. w.		
Beschlüsse des Gesundheitsraths von London in Betreff der rauchverzehrenden Feuerungen	. . . . .	L. 140—141
XIV. Literarische Erscheinungen für das gesammte Bauwesen.		
Geschichte der bildenden Künste, von Schnaase	. . . . .	L. 87
Mittelalterliche Bauwerke nach Merian, von Statz	. . . . .	L. 88
Geschichte der Architektur, von Lübke	. . . . .	L. 88
Denkmäler der Kunst von Lübke und Caspar, IV. Band	. . . . .	L. 102
Entwürfe zu Land- und Stadtgebäuden, von Holz	. . . . .	L. 102
Wohngebäude für Stadt und Land, von Fricke	. . . . .	L. 102
Vorlagen für Architekten, von Fricke	. . . . .	L. 102
Details für Architekten und Bauhandwerker	. . . . .	L. 102
Vorlegeblätter für Gewerbeschulen, von Roos	. . . . .	L. 103
Vorlegeblätter für Gewerbe, von Strauch	. . . . .	L. 103—104
Architektonische und plastische Verzierungen in Zinkguß, von Kahle	. . . .	L. 104
Die Schule des Eisenbahnwesens, von v. Weber	. . . . .	L. 104
Mathematisches Wörterbuch, von Hoffmann	. . . . .	L. 109—111
Construction des viaducs, par Fontenay	Seite 121	L. 111—129
Die Wilhelma von Zanth	. . . . .	L. 130—131
Archäologisches Wörterbuch, von Otte	. . . . .	L. 131—132
Der feuerfeste Treppenbau, von Becker	. . . . .	L. 132

Digitized by Google

Titel.	Nummer und Seite der beigelegten od. beigedruckten Abbildungen.	Seite.
Theerieder Holz- und Eisenkonstrukzionen mit besonderer Rücksicht auf das Bauwesen, v. Rebhann	. . . . .	L. 144—150
Die Flächen- und Körperberechnung, von Müller	. . . . .	L. 150
Allgemeines deutsches Bauwörterbuch, von Mothes	. . . . .	L. 150
XV. Oeffentliche Feste und Ausstellungen.		
XVI. Anzeigen, Bemerkungen, Fragen, Nachrichten und Notizen, das Baufach betreffend.		
Ueberſicht der in den Jahren 1852 bis 1856 in Paris niedergeriſſenen und wiedererbauten Häuſer	. . . . .	N. 70
Gasverbrauch in New-York	. . . . .	N. 70
Ueber oſtindiſche Eiſenbahnen	. . . . .	N. 119
Preisaufgabe des ſächſiſchen Ingenieurvereines	. . . . .	N. 128
XVII. Abbildungen.		
Der Atlas des zwei und zwanzigſten Jahrganges der Allgemeinen Bauzeitung enthält 86 Blätter in Folio- und Halbfolioformat	**78—163**	
Dem Texte ſind beigegeben Abbildungen in Querfolio- und Quartformat auf	Seite 25, 27, 44, 45, 49, 97, 139, 141, 187, 217, 219, 221, 223, 241, 243, 245, 247, 249, 322, 351, 409 L. 121, 137 N. 99, 137, 139	
Holzſchnitte ſind in den Text gedruckt auf	Seite 23, 329, 330 L. 92, 93 N. 64	

Digitized by Google

Die Konkurrenz zum Entwurf der Baupläne für die Votivkirche in Wien.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 78—80.)

In Folge des am 14. März 1854 von dem leitenden Comité für den Bau der Votivkirche in Wien erlassenen Konkursprogrammes*) waren von in- und ausländischen Architekten 62 Entwürfe eingelaufen, vor Bekanntmachung jenes Programmes aber bereits 13 eingesandt worden. Nach der von Sr. kaiserl. Hoheit dem durchlauchtigsten Herrn Erzherzog Ferdinand Max, welcher bekanntlich die Initiative zur Errichtung dieses Monumentes ergriffen hatte, gegebenen Bestimmung war es Sr. Majestät dem König Ludwig von Bayern überlassen worden, unter den eingegangenen Entwürfen diejenigen zu wählen, welche nach dem reifen Urtheile dieses hohen Kunstkenners und Kunstbeschützers als die vorzüglichsten für die Preisbewerbung geeignet erscheinen möchten. Dem Entwurfe des Herrn Heinrich Ferstel in Wien wurde hiernach der erste Preis von 1000 Dukaten zu Theil, und außerdem wurden noch 8 andere Entwürfe, nämlich die der Herren Doderer in Kloster-Bruck, Kirschner in Wien, Langer in Breslau, Rösner in Wien, Schmidt in Köln, Schmitt-Friedrich in Bamberg, Statz in Köln, Ungewitter in Kassel, mit je 1000 Gulden in Silber belohnt, was alles damals durch die Zeitungen hinreichend bekannt geworden ist.

Da es dem kunstliebenden Publikum willkommen sein dürfte, einige dieser preisgekrönten Entwürfe kennen zu lernen, so haben wir diejenigen der Herren Schmidt und Statz ausgewählt, welche wir in getreuen Abbildungen mittheilen und ihnen zuletzt den für die Ausführung bestimmten Plan des Hrn. Ferstel anzureihen gedenken.

Wir beginnen mit dem Entwurfe des Hrn. Fr. Schmidt in Köln, welcher auf den beifolgenden Blättern 78 bis 80 dargestellt wird, und fügen den nachstehenden Erläuterungsbericht des Hrn. Verfassers wörtlich hinzu.

*) Literaturblatt der Allg. Bauzeitung, Bd. V, S. 21.

Erläuterungsbericht.

Die Aufgabe, eine Kirche zu entwerfen, ist an sich schon die schönste und dankbarste, welche dem Künstler geboten wird; wo aber durch ein Werk wie dieses, der Treue und Anhänglichkeit eines Volkes an seinen erhabenen Fürsten zugleich Ausdruck verliehen werden soll, da gilt es ein Gebäude zu schaffen, dessen Formen an die glorreichsten Zeiten des erlauchtesten Fürstenhauses und seines getreuen Volkes erinnern. —

Es gilt vor Allem, auch diejenigen Formen anzuwenden, in welchen sich der Sinn für das Christenthum am reinsten ausgesprochen hat, indem ja ohne wahres Christenthum auch keine wahre Liebe zu Fürst und Vaterland denkbar ist. Sollte es in diesem Entwurfe gelungen sein, dem so vorgesteckten Ziele in etwas nachzukommen, so würde der Künstler darin seinen schönsten Lohn erblicken.

Mit Zugrundelegung des von allerhöchster Stelle genehmigten Programmes war der leitende Gedanke der, in dem Entwurfe die Form des Kreuzes und zwar die des lateinischen auszusprechen. Aus dieser Hauptform ergab sich im Allgemeinen die Anlage und Konstrukzion des Chores, so wie die Stellung der beiden Thürme.

Was zunächst das Chor betrifft, so erschien es im Einklange mit dem Programme wegen Anlage verschiedener Altäre und mit Rücksicht auf sämmtliche kirchliche Bedürfnisse angemessen einen Chorabschluß zu konstruiren, in welchem das Sanktuarium als ein für sich mit einem durchsichtigen Lettner abgeschlossener Raum auftritt. In diesem Sanktuarium befindet sich der Haupt-Altar. —

Digitized by Google

In dem äußern Chorabschlusse ist die mittlere, weit ausgebaute Kapelle der allerseligsten Jungfrau geweiht. Für die vier übrigen Altäre, so wie die zwei Seitenaltäre können spätere Bestimmungen getroffen werden.

Die beiden Oratorien für die kais. Familie sind zu beiden Seiten des Chors so angelegt, daß von da aus die ganze Kirche, namentlich aber das Chor übersehen werden kann. Unter diesen Oratorien befinden sich die Sakristei und die Schatzkammer, und führen dahin, wie aus dem Entwurfe erhellt, die besondern Eingänge.

Die beiden Thürme sind am Fuße des Kreuzes gegen Westen angelegt, und zwischen denselben ist die Orgel.

Zu der Kirche führen im Ganzen drei Haupteingänge mit den beiden Seiteneingängen unter den Thürmen. Zu den Dachräumen führen 6 Treppen, zwei an jedem Kreuzgiebel und je eine an den Thürmen.

Auf der Durchkreuzung des Mitteldaches befindet sich ein kleiner Thurm, aus Holz und Blei konstruirt, für die Glocke der heil. Wandlung. Der Glockenstuhl für das Geläute soll theilweise im dritten und vierten Stockwerk der Thürme aufgestellt werden. Von da aus führt zu den obern Galerien der Thürme eine aus Holz und Eisen konstruirte Wendeltreppe, welche im Innern aufgestellt ist.

Außer den drei Hauptaltären sind die übrigen Utensilien der Kirche, als Kanzel, Taufstein, Beichtstuhl ꝛc. nicht angedeutet, da dieselben als transportabel und nicht konstruktiv mit dem Gebäude verbunden betrachtet werden.

Der Flächeninhalt der Kirche ist ausreichend groß für 4 – 5000 Menschen.

Was nun die liturgische Frage betrifft, so ist nicht zu verkennen, daß durch die Anlage der beiden Thürme gleichsam über die Bestimmung der Kirche als Pfarrkirche hinausgegangen ist. Es dürfte indessen schwer sein, die früher hierfür gültigen Bestimmungen in ihrer ganzen Strenge aufrecht zu erhalten, indem sonst noch manches in Frage zu stellen wäre. In diesem Entwurfe ist die Anlage des Chors gleichsam als eine Folgerung der beiden Thürme betrachtet worden, und dürfte das Vortheilhafte einer solchen Anordnung gewiß ein etwaiges Bedenken deshalb überwiegen.

In Hinsicht der figürlichen Darstellungen ist im Innern des Chors das neue Testament vertreten durch Christus mit Maria und den zwölf Aposteln. Unter dem Kreuz sind die vier Evangelisten; im Langschiff das alte Testament mit den Propheten; in den Querschiffen die Kirchenväter und Ordensstifter.

Die Anordnung der Figuren im Aeußern dürfte besonderen Bestimmungen überlassen bleiben; nur kann als Anhaltspunkt dienen, daß in dem Giebelfelde des Hauptportals nach Westen Gott Vater, in dem Südportal Christus, und in dem Nordportal Maria ihre Stelle haben.

In den Baldachinen an den Thurmpfeilern des zweiten Stockwerks könnten etwa die deutschen Kaiser aus dem Hause Habsburg und darüber die Schutzpatrone der österreichischen Provinzen angebracht werden.

Hinsichtlich der Konstrukzion erhellt schon aus der Zeichnung, daß zu den Hauptmassen des Gebäudes Ziegelsteine verwendet werden; alle ausgebildeten Formen sind dagegen aus Werksteinen gedacht.

Zu der Dachbedeckung, so wie der Bekleidung des Thürmchens über dem Kreuz ist Blei in Anschlag gebracht.

Für die Fenster ist vorlaufig musivisches Glas mit farbigen Verzierungen angenommen.

Der Kostenanschlag im Betrage von 1,500,000 Gulden ist mit aller Sorgfalt ausgearbeitet, und kann mit ziemlicher Sicherheit gesagt werden, daß die ausgesetzte Bausumme nicht überschritten wird, wofern nicht unvorhergesehene Umstände eintreten.

Als Anhang mag hier die Bemerkung Raum finden, daß eben mit Rücksicht auf die Bausumme der Entwurf so einfach als möglich gehalten ist; sollte eine reichere Ausstattung beliebt werden, so könnte dieses leicht durch Anbringung von Giebeln über den Fenstern des Hochschiffes geschehen, worauf insofern Bedacht genommen ist, als die Zwischenweiten der Pfeiler durchaus gleich sind.

Digitized by Google

Anleitung zum Bau der Klinkerſtraßen

von Herrn von Mihálik, k. k. Miniſterial-Bauinſpektors.

(Mit Zeichnungen auf Blatt **81**).

Obgleich der Bau der Klinkerſtraßen für das bauwiſſenſchaftliche Publikum kein unbekannter Gegenſtand iſt und namentlich Heermann, Rienburg und Reinhold darüber geſchrieben haben, ſo glauben wir doch im Intereſſe unſerer Leſer, welche jene Schriften nicht beſitzen, und in dem aller Bewohner jener Gegenden zu handeln, in welchen der Stein als Beſchotterung für Kunſtſtraßen nur mit Mühe herbeizuſchaffen iſt, wenn wir aus der ſo eben erſchienenen, auf autoptiſche in Holland gemachte Beobachtungen baſirte Schrift: „Praktiſche Anleitung zum Bau der Straßen aus Klinker, von Joh. v. Mihálik ꝛc.“ mit Erlaubniß des Hrn. Verfaſſers den folgenden Auszug mittheilen. —

Herſtellung des Planums. — Vor allem wird der Unterbau der Klinkerſtraßen bewirkt, indem man das Erdreich in der Terrainfläche, welche zum Straßenzuge beſtimmt iſt, in der erforderlichen Breite (Fig. 1) z. B. von 19 Fuß (18 Fuß zur Fahrbahnbreite und 1 Fuß für die beiderſeitigen Kantlagen) bis zu einer Tiefe von 12—16 Zoll aushebt, wobei die Straßenwölbungslinie w w w annähernd einzuhalten geſucht werden ſoll. —

Wenn die Dauerhaftigkeit bei allen Straßen größtentheils von der guten Herſtellung des Straßenplanums abhängt und deshalb bei Ausführung von Aufdämmungen die größte Sorgfalt zu beobachten iſt, ſo tritt dieſer Fall beſonders bei den Klinkerſtraßen ein, und es iſt erforderlich, daß alle Aufträge nur ſchichtenweiſe aufgeführt, fleißig mit Waſſer begoſſen und gut geſtampft werden. —

Wenn das Straßenplanum (Fig. 1) auf ſolche Weiſe hergerichtet worden, ſo wird die nach innen gekehrte Seitenfläche r w der beiderſeitigen Banquetkörper a a mit Anwendung einer Chablone, deren Form ſich nach der Lage und Stellung der zu ſetzenden Kantlagen richtet, rein abſkarpirt.

Hierauf beginnt man mit der

Einbettung des Sandes. — Man ſchüttet (Fig. 1) in den 19 Fuß breiten Straßenraum r w w w r r in einer Höhe von 8—12 Zoll reinen Sand auf, begießt *) und ſtampft ihn ebenfalls. Die Wölbungslinie r r r (Fig 1) oder c' b c (Fig. 5 und 6) wird mittelſt der Straßenſchrotwage (Fig. 2) eingehalten.

Iſt der Sand nicht rein genug und mit grobkörnigem Geſchiebe oder vegetabiliſchen Stoffen gemengt, ſo läßt man ihn durch ein enges Sandgitter werfen, oder aber, was noch beſſer iſt, gleich zur Einbettung durch Drahtſiebe ſieben.

Um das Sandbett rein zu erhalten, ſoll die Einbettung des Sandes, das Setzen der Kantlagen und das Pflaſtern der Fahrbahn bald nachfolgen, weil ſonſt durch Wind und Sturm Grashalme, Laub, überhaupt vegetabiliſche Stoffe auf das Sandbett gebracht werden könnten.

Setzen der Kantlagen. — Sodann ſetzt man in den eingeführten, ſtark geſtampften und reichlich begoſſenen Sand die beiderſeitigen Kantlagen c c'; ſie bilden die Widerlager der bogenförmigen Bahnpflaſterung, daher ſie mit beſonderem Fleiße und gleichlaufend mit der Achſe zu jeder Seite der Straße geſetzt werden müſſen; ſie kommen hintereinander in drei Reihen und auf die kurze Kante aneinander zu ſtehen. Im Falle als man zur Bildung der Banquets einen ſehr guten und haltbaren Grund in Anwendung brächte, legt man dieſe Klinker alle auf ihre lange Kante, bei minder gut geartetem Boden aber jedenfalls nur auf ihre kurze Kante (hochkantig).

Jederzeit beginnt man mit dem Aufſtellen der inwendigen Kantlagenreihe c', und ſetzt jede folgende Lage c um einige Linien tiefer, dabei ſorgend, daß der Verband gehörig eingehalten und der Sand hinter den äußern Kantlagen c ſorgfältig eingeſtoßen und mit Waſſer begoſſen werde, da von der Feſtigkeit der Kantlagen der Beſtand der Bahnpflaſterung abhängt.

Die mehr oder weniger geneigte Lage dieſer Kant-

*) Die Sandeinbettung kann mit Waſſer nicht oft und reichlich genug begoſſen werden, um ihre Komprimirung und Verdichtung vollſtändig zu machen. Beachtet man das hier Geſagte bei der Ausführung eines Klinkerſtraßenbaues genau, ſo wird nach erfolgter Pflaſterung auch keine Setzung derſelben erfolgen.

Digitized by Google

lagen liegt im Halbmesser des Straßenwölbungsbogens, und es wird die Oberfläche dieser hintereinander gesetzten Lagen c c' in der Verlängerung der Bahnwölbungslinie h d d liegen müssen.

Die einzelnen Reihen dieser Kantlagen *) werden beim Setzen, welches nach der Schnur geschieht, die sich tangirend an zwei 8 bis 12 Schuh voneinander gesetzte Richtungszeiger c' lehnt, auch noch mittelst der Abwäglatte und Schrotwage richtig gestellt.

Pflasterung der Fahrbahn. — Zwischen diesen beiderseitigen Kantlagen c erfolgt die Fahrbahn-Pflasterung mit Klinkern d, welche auf ihre lange Kante und senkrecht auf die Achse der Straße gestellt werden (Fig. 5, 6, 7).

Bevor man jedoch die Pflasterung in Angriff nimmt, wird der Sand nochmals auf einige Fuß Länge mit Wasser gut begossen, wonach man mit der Schrotwage (Fig. 2) die Oberfläche der Sandbettung in einer Länge von 2 bis 3 Fuß rein abzieht, zu welchem Behufe die beiden Träger q q an die zwei Enden der Schrotwage anzuschrauben sind. Zeigt sich nun, daß die Straßenwölbung nicht genau ist, so wird diese durch Hinzuthun oder Hinwegnehmen der nöthigen Sandmenge vervollständiget.

Nun werden von Abstand zu Abstand auf dieser Sand-Oberfläche mittelst der Schrotwage (Fig. 2 oder 3, 4) einzelne Klinker 0 0 (Fig. 7 und 8) genau gesetzt, die man Pflasterungs-Zeiger nennt, und auf welche der Arbeiter die einzelnen kurzen Schablonen, welche Theile der gesammten Straßenwölbungslinie bilden, legt, um die zwischen den Zeigern auszuführende Pflasterung genau bewerkstelligen zu können.

Die Pflasterung ist zwar etwas, jedoch nur sehr wenig über diese Zeiger anzulegen, damit nach der Setzung der ersteren, welche kaum merkbar sein darf, die Straßenoberfläche ihre normale Wölbung erhalte.

Behufs des stets einzuhaltenden Verbandes wird Fig. 5, 6, 7 beim Pflastern abwechselnd eine dieser Reihen mit einem ganzen Klinker d, die darauf folgende aber mit einem halben Klinker h begonnen, wobei man jedoch stets Sorge zu tragen hat, daß bei einem Auslaufen des Verbandes dieser wieder durch Auswahl eines nach Erforderniß längeren oder kürzeren Klinkers hergestellt und der Anschluß an die andere Kantlage fleißig bewirkt werde.

Diese letzten Stücke dürfen den durch sie auszufüllenden Raum an Größe nie zu sehr überschreiten, indem sie sonst beim Eintreiben *) die Fugen verschieben oder die Kantlagen aus ihrer Stelle bringen, wodurch das Beste der Straße verloren ginge. Zu bemerken ist noch, daß, wenn die Oeffnung am Anschluß nicht gerade mit einem Klinker vollkommen ausgefüllt wird, dieses durch zwei Klinkerstücke bewerkstelliget werde, von denen jedes über die Hälfte der ganzen Länge eines Klinkers beträgt. Ein Auszwicken und Verkeilen (an den Punkten, wo die einzelnen Reihen der Pflasterung an die Kantlagen anschließen) mit kleinen keilförmigen Klinkerstückchen ist jedoch gänzlich zu vermeiden.

Anschließungen. — Beim Klinkerlegen sehe man endlich ferner darauf, daß auch beim Anschlusse **) der verschiedenen Abtheilungen die Scharen geregelt über die ganze Breite der Straße durchgehen und keine Schlangenwindungen oder Unebenheiten gemacht werden.

Die Anschließungen sind unvermeidlich, nachdem man bei der Pflasterung mittelst Klinker mit zwei Scharen aus der Mitte der Straßenlänge zu beginnen pflegt, welche Scharen, senkrecht aneinander über die Straßenachse gestellt, den Anfang der Klinkerstellung bilden. Dennoch fordert eine Straßenstrecke, welche zum Ausbau bestimmt ist, oft ihrer bedeutenden Länge wegen den Beginn in mehreren Abtheilungen zugleich mit mehreren Scharen, z. B. mit vier oder sechs. Hierbei muß jedoch immer mit zwei und zwei aneinander gestellten angefangen werden, um die Zahl der Anschließungen zu vermindern.

Die Abtheilungen, in welchen man mit mehreren Scharen zu pflastern beginnt, sind jedoch nur so groß zu nehmen, daß sie jedesmal wöchentlich geschlossen werden, wodurch die Aufsicht erleichtert und die Vollendung der Abtheilungen besser überwacht werden kann.

*) Mit dem Setzen der Kantlagen muß man stets um eine Länge von 60' bis 72' der Bahnpflasterung vorangehen.

*) Beim Eintreiben eines Klinkers legt man auf diesen ein schmales weiches Brettchen, worauf die Hammerschläge zu fallen haben.

**) Das ist: von zwei Punkten angefangen, wo man bei jedem die zwei ersten Klinkerscharen senkrecht auf die Achse der Straße aneinander stellt und zu pflastern beginnt, bis zu dem Punkte, wo nach erfolgter Pflasterung der in dieser Weise entstandenen Abtheilung die letzten zwei Klinkerscharen zusammentreffen und sich berühren, sonach die Anschließung bilden.

Digitized by Google

Die zur Pflasterung herbeigeführten Klinker werden gewöhnlich auf einer Seite der Straße und zwar nicht mehr als zwei Klinker hoch gelagert, damit dieselben alle bei deren Wahl durch den sie Zureichenden und vom Pflasterer selbst übersehen werden können.

Auf diese Art fällt es leicht die Klinker zu unterscheiden, und man läuft nicht Gefahr, unter den gelieferten auch schlechte zu übernehmen und verzogene statt zu Kantlagen zur Bahnpflasterung zu verarbeiten.

Wie scharf und rein auch immer die Klinker erzeugt werden mögen, so sind doch unter der großen Menge, die zu den Straßen erforderlich ist, allezeit mehr oder weniger von minderer Güte und Beschaffenheit, wie auch von mehr oder minder durchgehender Gleichheit. Es müssen daher während der Vornahme der Pflasterung die allenfalls dennoch übernommenen mangelhaften Klinker bei Seite gelegt werden, wonach dieselben zu den weiteren Kantlagen oder zur Straßenpflasterung selbst, jedoch nur längs des Straßenrandes, verwendet werden können.

Endlich ist noch darauf zu sehen, daß die Klinker beim Anschlusse der einzelnen Abtheilungen ebenfalls im Lothe und in Verband gelegt werden.

Einsanden der Klinkerfugen und Besanden der Fahrbahnpflasterung. — Erst nachdem ein gewisser Theil aufgenommen und als gut bewirkt anerkannt *) wurde, geht man zum Einsanden der Fugen über.

Dies geschieht folgendermaßen:

Mittelst der Siebe wird der reine, wenn auch nicht ganz trockene Sand auf die Oberfläche der Pflasterung umhergesiebt, und zwar soll er diese nur mit einer ganz dünnen Schichte bedecken. Nachdem der Sand, so dünn gelagert, an der Luft bald trocken und fein geworden ist, fegt man ihn mittelst Besen so lange hin und her, bis die Pflasterungsfugen vollkommen ausgefüllt sind. Nun wird die Bahnoberfläche mittelst Gießkannen mit Wasser reichlich **) begossen, wodurch der in den Fugen befindliche Sand zusammengedrängt wird, somit einen neuen Raum zum Einsanden bieten muß. Das früher beschriebene Verfahren wird so lange wiederholt, bis endlich die Fugen keinen Sand mehr aufnehmen; dann erst wird der vollendete Theil der Klinkerstraße noch mit einer einen Zoll hohen Sandschichte überdeckt und die derartig präparirte Straße zur Benützung dem Verkehr übergeben. Durch das Fahren wird sich der in den Fugen befindliche Sand noch mehr dichten, und zur sofortigen Ausfüllung der allenfalls entstehenden leeren Fugenräume dient die 1 Zoll hohe Sandschichte, die das nöthige Quantum selbst einführt.

Sobald die Straße dem Verkehre zur Benützung übergeben wird, ist es auch nicht mehr nöthig die Besandung an der Oberfläche zu wiederholen. Im Frühjahre nach dem Verlaufe des Thauwetters kann man die Straßenbahnoberfläche nach Maßgabe des Bedarfes und der Reinlichkeit wegen rein abfegen und 1 Zoll hoch besanden.

Die beiderseitigen Banquets a haben eine Breite von wenigstens 4 Fuß zu erhalten; sollen sie für Fußgeher dienen, so erhalten sie wenigsten 6 Fuß zur Breite.

In Holland pflegt man fast ausschließlich über die Kantlagen c 10 bis 20 Zoll breite Streifen von Rasenstücken s (Fig. 5, 6, 7, 8) zu legen, welche die Kantlagen bedecken und der Straße ein sehr nettes Ansehen geben.

Zum Behufe der Abwässerung werden von 12 zu 12 Fuß drei Zoll breite, seichte und kaum bemerkbare Mulden in den Wasenstücken oder, wenn man solche nicht legt, in der Oberfläche der Banquets gemacht.

Auf- und Abfahrten. — Ueberall, wo Seitenwege von der Klinkerstraße abbiegen, werden die Kantlagen c gar bald durch das häufige Ab- und Auffahren ausweichen oder sich lockern, wodurch die Straße ihres Verbandes verlustig werden möchte; daher wird an solchen Punkten (Fig. 6 und 8) eine Abfahrt D angelegt, welche darin besteht, daß in der Richtung des Seitenweges über die Kantlagen der Klinkerstraße hinaus und anschließend an dieselbe eine 4—5 Fuß lange Klinkerpflasterung hergestellt wird. Die Klinker werden dabei ebenfalls in Verband längs der Kantlagen und zwar so gelegt, daß sie durchgehends mit Sand bedeckt bleiben.

Stromlagen. — Oft ereignet es sich, daß Theile von Straßen, besonders jene, welche auf Dämmen angelegt sind, bei hohen Wasserständen und heftigen Stürmen vom Wasser überfluthet, oder daß die

*) Bei der Untersuchung und Uebernahme einer mit Klinkern chaussirten, bereits bis auf das Einsanden der Fugen beendeten Straßenstrecke ist zwar jede gemachte Arbeit genau zu besichtigen, besonders aber auf die pünktliche Einhaltung der so eben gegebenen Vorschriften Rücksicht zu nehmen.

**) Das Begießen beim Einsanden darf nicht sparsam, sondern muß, wie schon bemerkt wurde, reichlich und so lange geschehen, bis die Klinkerfugen durchaus keinen Sand mehr aufnehmen. —

Digitized by Google

Böschungen der Dämme durch heftigen Wellenschlag angegriffen werden, wodurch die Klinker bei der so eben beschriebenen Konstrukzion der Bahnpflasterung Gefahr laufen von der Straße weggeschwemmt zu werden.

Diesem wird vorgebeugt, indem man der Lagerung der Klinker eine andere Richtung gibt, als in der Fig. 5, 6 und 7 gezeigt wird, und zwar müssen die Klinker K (Fig. 8) mit der Achse l m der Straße und mit den Kantlagen c einen Winkel von 45 Graden bilden, demnach so gelegt werden, daß die durchgehenden Fugen senkrecht auf die Achse der Straße zu stehen kommen. Die nach dieser Lagerung bewirkte Pflasterung nennt man Flechtgewebe oder Stromlagen.

Konservazion. — Was die bei Klinkerstraßen vorkommenden alljährlichen Konservirungen anbelangt, so beschränken sich diese bloß auf das Auswechseln einzelner allfällig schadhafter Klinker. Diese Auswechslungen finden jedoch nur selten und nur bei einzelnen zufällig schlecht gebrannnten Klinkern statt.

Man fährt mittelst eines nach Fig. 9 geformten Schlüssels aus Eisendraht in der betreffenden Fuge bis an die Oberfläche der Sandeinbettung, dreht sodann diesen so herum, daß man mit dem Barte n desselben unter den Klinker kömmt, der auszuwechseln ist, und hebt ihn durch anhaltendes Heben und Senken dieses Schlüssels ganz heraus. Es wird nun *) ein anderer Klinker an die Stelle des schadhaften eingesetzt und Sand zum Ausfüllen der Fugen darüber gesiebt, endlich noch der Sand mit Wasser gut übergossen.

Dieses Verfahren geschieht mit Leichtigkeit und ohne Beschädigung der anstoßenden Klinker.

Rekonstrukzion. — Falls nach vielen Jahren (da der Zahn der Zeit Alles zu benagen pflegt) zu einer Rekonstrukzion geschritten werden muß, so bewerkstelligt man dieselbe ganz einfach dadurch, daß die Klinker, ohne dabei die Kommunikazion zu stören, umgekehrt werden.

Die Nothwendigkeit dieser Maßregel tritt **) nach einer langen Reihe von Jahren ein, und wird um so mehr hinausgeschoben, je mehr man der Vorsicht Raum gibt, die Klinkerstraßen-Oberfläche alljährlich und zwar, wenn es die Verhältnisse gestatten, im Frühlinge wenigstens einmal mit einer feinen 1 Zoll hohen Sandschichte zu überdecken. Wenn es endlich dazu kömmt, daß Klinker auf beiden Seiten so abgenützt sind, daß sie durch neue ersetzt werden müssen, so haben die alten noch immer einen Werth, da sie statt gewöhnlicher Brennziegel zu beliebigen Bauten mitverwendet werden können.

Daß Klinker sich eben so zur Pflasterung von Städten, besonders in Ungarn, Kroazien und im Banate eignen, dürfte um so weniger einem Zweifel unterliegen, als in Holland die Residenz, die meisten Städte und Dörfer mit Klinkern gepflastert und bei gutem sowohl als bei schlechtem Wetter stets in einem reinen Zustande zu finden sind. —

Nachdem wir hier das Verfahren zur Anfertigung der Klinkerstraßen im Allgemeinen mitgetheilt haben und in Betreff des zu den Klinkern zu verwendenden Materials so wie hinsichtlich ihrer Erzeugung und ihrer speciellen Kosten auf die Eingangs gedachte Schrift hinweisen, möge nur noch bemerkt werden, daß der Herr Verfasser im Jahre 1855 eine 200 Klftr. lange Strecke im Zuge der Zomborer Reichsstraße nächst Bezdan in Ungarn als Klinkerstraße erbaute, welche seitdem ununterbrochen und selbst von ganz schweren Fuhrwerken befahren wird und sich als vortrefflich bewährt hat. Bezüglich des Kostenpunktes stellte es sich durch diese Straßenstrecke heraus, daß gegen eine instrukzionsmäßig hergestellte 18 Fuß breite Schotterstraße pro Meile die namhafte Summe von 20160 fl. erspart wird, denn der Bau der erstern erfordert eine Ausgabe von 68706 fl. 40 kr., während die Ausführung der zweiten im Banat 88866 fl. 40 kr. kosten würde. Einen weiteren noch schlagenderen Beweis für die Vorzüglichkeit der Klinkerstraßen in staatswirthschaftlicher Hinsicht liefert der Klinkerstraßenbau bei Inke im ödenburger Verwaltungsgebiete in Ungarn, wo der Schotterchaussirung gegenüber 89000 fl. pro Meile erspart wurden. Stellt man diese Oekonomie mit den übrigen Vortheilen der Klinkerstraßen zusammen, welche darin bestehen, daß sich auf ihnen kein Koth bildet, daß Regengüsse, anstatt schädlich zu sein, nur noch zur Konsolidirung dieser Straßen beitragen und sie reinigen, daß sie unmittelbar nach ihrer Herstellung als fertig zu betrachten sind, daß das Fahren auf denselben angenehm und leicht, und daß endlich ihre Erhaltung mit sehr wenigen Kosten verbunden ist, so dürfte die Anwendung dieses Straßensystems in steinarmen Gegenden von größtem Nutzen sein.

*) Ist der ausgehobene Klinker auf der der schadhaften Stelle entgegengesetzten Fläche gut, so wird er nur umgewendet und in seine innegehabte Stelle eingesetzt.

**) Werden die einzelnen schadhaften Klinker stets nach Maßgabe des Bedarfes umgekehrt oder ausgewechselt, so kommt es nie dahin, daß eine totale Rekonstrukzion der Klinkerchaussirung erforderlich werden könnte.

Digitized by Google

Aſphaltirte Ziegel und Steine zu Waſſerbauten, Straßenpflaſterungen u. ſ. w.

(Mit Zeichnungen auf Blatt **81**).

Der Ingenieur der polniſchen Bank, Hr. Rogwcki zu Warſchau, hat gefunden, daß jede Art von Material, z. B. Kreide, Ziegel, Sandſtein, Mergel und verſchiedene andere erdige und kalkartige Mineralien dem Waſſer undurchdringlich werden und die Härte des Granits gewinnen, wenn man ſie in Aſphalt oder Bitumen erhitzt und kocht, und ſie von demſelben ganz durchdringen läßt. Sie eignen ſich dann vortrefflich zum Pflaſtern der Stadt- und Landſtraßen, zur Belegung der Trottoirs, der Höfe und Säle, zu Bauten aller Art über der Erde, zur Dachbedeckung, zu Waſſerbauten, zu Waſſer- und Gasleitungen, zu Eiſenbahnbauten u. ſ. w. Die erdigen oder kalkartigen Materialien werden zu dieſem Behuf in Oefen oder in freier Luft mit mineraliſchem oder vegetabiliſchem Bitumen umhüllt und bei der Verwendung auch durch Bitumen miteinander verbunden. Wird der gebrannte oder ungebrannte Ziegel mit Aſphalt getränkt, ſo iſt er vollkommen dauerhaft und löſt ſich im Waſſer nicht auf, und man kann ihn daher zu allen ſolchen Bauten verwenden, wozu man ſich ſonſt des natürlichen Steins bedienen muß. In Fig. 14 iſt die Art und Weiſe dargeſtellt, wie man die ſo zubereiteten Ziegeln bei Waſſerbauten, z. B. zur Bekleidung von Schleuſenmauern, zu verbrauchen hat. Iſt der Pfahlroſt hergeſtellt und gehörig bedielt, ſo bedeckt man ihn mit einer oder mit zwei Schichten aſphaltirter Ziegel, welche ebenfalls mit Aſphalt verbunden werden. Darüber führt man dann die Mauern in gewöhnlichen Ziegeln oder Bruchſtein mit Kalkmörtel auf, bekleidet aber die Vorderſeite der Mauern ebenfalls mit aſphaltirten und in Aſphalt gelegten Ziegeln 1 oder 1½ Stein ſtark. Die Hinterſeiten der Mauern brauchen bloß mit einer Aſphaltſchicht belegt zu werden. Es iſt augenſcheinlich, daß auf dieſe Art die ganze Mauermaſſe undurchdringlich gemacht und gegen die geringſte Feuchtigkeit geſichert, ſo wie, daß die Erſparung von Kalk und Hauſtein dabei von großer Wichtigkeit iſt. Da der aſphaltirte Ziegel eine größere Dauer beſitzt als der gewöhnliche Hauſtein, und da die Feſtigkeit keines hydrauliſchen Cements mit der des Aſphaltkittes verglichen werden kann, ſo folgt daraus, daß jede auf obige Art erbaute Mauer den zerſtörenden Wirkungen des Froſtes und anderen außerordentlichen Vorfällen weit mehr zu widerſtehen vermag als wenn ſie von Sandſtein erbaut wäre.

Wollte man ſolchen Mauern eine noch größere Feſtigkeit geben und wollte man einige Opfer für ein gutes Anſehen bringen, ſo könnte man nach dem weiter unten angegebenen Verfahren die äußere Mauer mit einem aus Aſphalt und grobem Sand gemiſchten Ueberzuge verſehen. Damit ſich dieſer Putz mit der Mauermaſſe beſſer verbindet, ſo kann man, wie in Fig. 14 angegeben, die Ziegelſchichten abwechſelnd um 1½ Zoll vorſpringen laſſen; man kann der Mauer eine ſehr glatte Fläche geben, indem man ſie mit Steinen abreibt, was ihr ein ſehr elegantes Anſehen verleiht.

Wenn man über die ganze Ausdehnung der Fundamente irgend eines Gebäudes eine Schicht aſphaltirter Ziegel legt, ſo wird man jeder Aufſteigung von Feuchtigkeit mit geringern Koſten vorbauen, als wenn man die bisher üblichen Methoden anwendet.

Es iſt bekannt, wie viele Mühe man auf die Verſuche verwendet hat, den Aſphalt zur Konſtrukzion der Chauſſéen und beſonders der ſtädtiſchen Straßen geeignet zu machen. Es iſt unläugbar, daß der Aſphalt zu dieſem Zwecke von großem Nutzen ſein kann; alle Mittel aber, die man zur Erreichung dieſes Zweckes vorſchlug, waren zu koſtſpielig als daß ſie allgemeinen Eingang finden konnten; mit Anwendung der aſphaltirten Ziegel dürfte man dem Ziele um ein Bedeutendes näher geſchritten ſein, und die Ausführung wäre auf folgende Weiſe zu bewerkſtelligen. Die Ziegelwürfel werden nach Fig. 10 auf Sand oder auf jedes andere planirte und geſtampfte, auf beiden Seiten von Betonfundirungen, welche den Zweck haben das Durchdringen des in den Rinnſteinen laufenden Waſſers zu verhüten, eingefaßtes Erdreich geſetzt. Die Zwiſchenräume zwiſchen den etwas koniſch geformten Ziegeln werden mit Aſphalt ausgegoſſen, wonach die ganze Fläche mit einer ¾ Zoll ſtarken Schicht von Bitumen und Kies bedeckt wird.

Auch die großen Straßen ſind durch die Anwendung aſphaltirter Ziegel einer großen Verbeſſerung fähig. Es iſt nicht nothwendig, daß man ihre ganze

Digitized by Google

Oberfläche bedeckt, was zu kostspielig und selbst überflüssig wäre; man braucht nur längs der Wege Geleise von asphaltirten und mit Asphalt bedeckten Ziegeln herzustellen. Solche Geleise können dieselben Vortheile gewähren als die von Granit, die man auf manche Straßen gelegt hat, und sie haben vor diesen den Vortheil geringerer Kostspieligkeit und leichterer Reparaturfähigkeit voraus, wenn sie beschädigt werden sollten. Es ist eine der schönsten Eigenschaften des Asphalts, daß die mit demselben ausgeführten Arbeiten augenblicklich und mit geringen Kosten reparirt werden können, ohne den Verkehr zu behindern.

Imprägnirt man Dachziegel mit Asphalt, so können sie vortheilhaft für Gas- und Wasserleitungsröhren verwendet werden. An Stellen, wo der Druck des Wassers eine größere Widerstandsfähigkeit verlangt, müssen die Ziegelröhren mit einer Ueberdeckung von Asphalt verstärkt werden.

Es ist aber nicht der Ziegel allein, welcher durch Asphalt verhärtet und undurchdringlich gemacht werden kann, sondern es eignen sich dazu auch, wie oben erwähnt, der Mergel, der grobe Kalkstein und der Sandstein, welche dieselben Eigenschaften erlangen, wenn man sie mit diesem Material tränkt. Auch alle Arten von weichen und bisher ausgeschossenen Steinen lassen sich, auf solche Art behandelt, zu allen Bauten verwenden. In Gegenden, wo es an guten Bausteinen fehlt, lassen sich Straßen von Würfel aus Kreide und jeder Mergelart herstellen, wenn diese Materialien mit Asphalt behandelt werden.

Was nun die Zubereitung der Materialien mit Asphalt betrifft, so läßt man das mineralische oder vegetabilische Bitumen bei kleinem Feuer in gewöhnlichen gußeisernen Kesseln kochen, welche aber nur bis $^1/_3$ ihrer Höhe angefüllt werden dürfen, da das Bitumen sehr in die Höhe steigt. Dieses Aufwallen des Theers dauert nach seiner Eigenschaft eine kürzere oder längere Zeit, hört aber endlich auf, und die Flüssigkeit geht zu ihrem frühern Stande zurück, muß aber dann noch $1^1/_2$ bis 2 Stunden kochen.

Die zweckmäßigste Komposizion ist folgende:

4 Theile kochender und koncentrirter Theer,

1 Theil natürlicher oder künstlicher hydraulischer Kalk, welcher wenigstens $^1/_3$ Thonerde enthält,

12 bis 20 Theile Kreide oder jeder anderer Kalkstein nach der Eigenschaft, welche das Erzeugniß haben soll.

Nach beendigtem Kochen des Theers thut man den hydraulischen Kalk in den Kessel und mischt ihn tüchtig untereinander, wodurch der Theer noch mehr steigt; dann wird die Kreide in geringen Porzionen hinzugeschüttet. Nach dem Hineinschütten der ersten Porzion hört das Aufwallen auf und kommt nicht wieder zum Vorschein; inzwischen muß noch mehr Kreide eingeschüttet werden, bis die Mischung so dick ist, daß man sie nicht mehr umrühren kann.

Die Komposizion zum Asphaltiren der Ziegel u. s. w. kann sehr verschieden sein; die beste, welche wir kennen gelernt, war folgende:

1 Theil kochender und wie oben koncentrirter Theer,

$^1/_4$ Theil hydraulischer Kalk,

1 Theil Kreide.

Nachdem diese Komposizion gehörig untereinander gemischt ist, wirft man die Gegenstände hinein, welche asphaltirt werden sollen, und läßt sie, je nachdem die Durchdringung der Flüssigkeit stärker oder geringer sein soll, kochen. Eine Viertelstunde ist dazu in der Regel hinreichend, besonders, wenn die Gegenstände vorher erhitzt wurden.

Mit ein und derselben Komposizion kann man nicht öfter als zweimal asphaltiren, denn sie verdickt sich, und wird dann zu jedem Gebrauch ungeeignet; es ist daher besser, wenn man Kreide in gehöriger Quantität zusetzt, sich derselben als gewöhnliches Bitumen zu irgend einem andern Gebrauch zu bedienen. —

In Oesterreich könnte diese Verwendungsart des Asphalts eine allgemeine Verbreitung erlangen, wenn die großartigen häufig noch unbenützten Lagerstätten von Asphalt in Istrien, Dalmazien, Tirol, Ungarn und Galizien im Interesse des Bauwesens und der Grundbesitzer gehörig ausgebeutet und ein wohlfeiles Material liefern würde.

Digitized by Google

Eiſenbahnkonſtrukzion

von Herrn Berrens in Nimes.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 81.)

Die in Fig. 15—23 dargeſtellte Konſtrukzion eines Schienenweges beſteht gänzlich aus Schmiedeiſen ohne gußeiſerne Stühle, Nägel, Keile und Querſchwellen, und hat außer den Vortheilen des bisher allgemein angewendeten Syſtems noch den der größern Wohlfeilheit in der Herſtellung und in der Unterhaltung. Die Schienen beſitzen Steifheit genug und haben eine ſo große Baſis, daß ſie unmittelbar auf den Ballaſt gelegt werden können, ohne durch den Uebergang der Lokomotiven bedeutendere Eindrücke zu erfahren als die auf hölzernen Querſchwellen liegenden Schienen. Die Entfernung der Parallelſchienen, und die wagerechte Lage ihrer Baſen wird durch zwei eiſerne Schienen (Fig. 20 u. 17) pro Längenſchiene bewirkt, welche mit der letzteren vernietet ſind. Die Zwiſchenſchiene (Fig. 20 u. 16) iſt ein Winkeleiſen mit ungleichen Schenkeln, von denen der horizontale ſich mit Nieten gegen die untere Fläche der Schienen legt; der ſenkrechte Schenkel, beiläufig dreimal länger als der vorige, hat den Zweck der Querſchiene Steifigkeit zu geben und folglich die wagerechte Lage der untern Fläche der Schienen zu erhalten. Die Fugenſchiene (Fig. 17) iſt eines der weſentlichſten Stücke dieſes Syſtems; ſie nimmt die Enden zweier aufeinander folgender Schienen auf und hat folglich zwei Reihen Nieten. Sie beſteht aus einer Zwiſchenſchiene, an deren beiden Enden Winkeleiſen von demſelben Querſchnitt als die Schiene und mit einer der Breite der Schienenbaſis gleichen Länge anſtoßen. Dieſe Winkeleiſen ſind an den Enden der Querſchiene durch eine Reihe von Nieten befeſtigt, die an den untern Theil der ſenkrechten Schenkel ſich befinden. Zwiſchen dieſen Schenkeln bleibt ein Raum von 6 Millimeter, den man durch einen Keil von dieſer Stärke erhält, welcher eingelegt und mit kleinen Nieten befeſtigt wird.

Die Folge dieſer Einrichtung iſt, daß bei zwei aneinander ſtoßenden, einen Spielraum von 4 Millimetern zwiſchen ſich laſſenden Rails, wenn ſie an den horizontalen Schenkel der Querſchiene und des anſtoßenden Winkeleiſens genietet werden, wegen der Biegung der ſenkrechten Schenkel der Winkeleiſen ihre Ausdehnung nicht behindert werden kann. Der Raum zwiſchen dieſen Schenkeln wird durch Filz ausgefüllt, damit keine kleinen Steine hineinſchlüpfen können.

Fig. 20 iſt der Grundriß eines $10^{m}0$ langen Schienenweges mit einem Querſchnitt in Fig 21; Fig. 15 iſt ein Querſchnitt im großen Maßſtabe der Schiene; Fig. 16 u. 17 ſind horizontale Durchſchnitte der Zwiſchen- und der Fugenſchienen; die obere Fläche hat eine Neigung von $^{1}/_{10}$ nach innen. Die Dimenſionen dieſer Konſtrukzionstheile ſind für Eiſenbahnen bemeſſen, auf welchen Lokomotive von 20 bis 25 Tonnen verkehren. Für Eiſenbahnen mit Maſchinen von beiläufig 16 Tonnen laſſen ſich die queren Dimenſionen der Rails und der Querſchienen um ein Sechstheil vermindern. Die länglichen Vierecke, welche man in Fig. 20 erblickt, ſind ſtarke Blechſtücke an den Enden der Rails, und haben die Beſtimmung an dieſen Punkten die Stützfläche auf den Boden zu vermehren.

In Fig. 18, 22, 23 ſind Rails mit ſtärkeren Dimenſionen zur Erhöhung ihrer Widerſtandsfähigkeit dargeſtellt, und auch für die Querſchienen ſind ſolche ſtärker gegriffen; der Durchmeſſer der Niete in Fig. 18 und 19 iſt ſtärker, und es iſt die Anzahl derjenigen, welche die Rails mit den Querſchienen verbinden, auf die Hälfte reducirt. In Fig. 23 ſind den eiſernen Platten unter den Enden der Rails vertikal gekrümmte Theile hinzugefügt, um der Seitenverſchiebung der Bahn durch die Wirkung der Vehikel vorzubeugen.

Digitized by Google

Ueber den Bau der Kasernen vom Standpunkte der Gesundheitslehre aus*).

Lage der Gebäude. — In der Regel sind es strategische Gründe oder Kommunalrücksichten, welche über die Wahl des Bauplatzes für eine Kaserne entscheiden. Es ist begreiflich, daß sich über den Bauplatz nichts bestimmen läßt, sobald es sich darum handelt, die Truppen in einem Fort oder in einer Citadelle unterzubringen, denn hier ist die Vertheidigung der Hauptzweck, welcher alle andern Rücksichten überwiegt. Derselbe Fall ist es nicht im Innern einer Stadt, wo die Wahl des Bauplatzes niemals von ökonomischen Rücksichten oder von dem Umstande, daß die Stadt oder der Staat dort irgend ein Terrain besitzen, abhängig gemacht werden sollte, wenn dieses Terrain nicht vollkommen den Sanitätsbedingungen entspricht.

Die Kasernen sollen im Allgemeinen auf einem trockenen und hohen Platze liegen, weil die Luft dort freier cirkulirt und lebhafter und weniger mit ungesunden Stoffen geschwängert ist; auch ist daselbst die Hitze im Sommer wegen des Windes und der geringern Zurückstrahlung der Sonnenstrahlen gemäßigter.

Die Kasernen sollen isolirt stehen, damit sie der Sonne und der reinigenden Wirkung der Winde mehr ausgesetzt sind; es müssen daher die stark bevölkerten Theile einer Stadt vermieden werden, eben so die zu hohen Gebäude und große Baummassen in der Nähe. Man muß ferner alle Ursachen der Feuchtigkeit, z. B. die zu geringe Entfernung von Gruben, Kanälen, Flüssen, schlammigen Straßen, gewissen Gewerben, die wegen ihrer Ausdünstungen schädlich sind, z. B. Fabriken chemischer Produkte, von Schwefelsäure und Bleiweiß, Gerbereien, Schlachthäuser, Kalköfen ꝛc., in Erwägung ziehen und dieselben zu entfernen suchen.

Obgleich man die Luftströmungen im Allgemeinen begünstigen soll, so muß man doch eine Lage einer andern vorziehen, weil die Wirkung der Winde auf unsern Organismus nach der Richtung derselben verschieden ist. Nordwinde sind im nördlichen Deutschland, in Belgien u. s. w. oft zu lebhaft, zu kalt, zu ungestüm, und es ist daher erforderlich in gewissen Entfernungen von den Gebäuden eine oder zwei Reihen Pappeln zu pflanzen, welche diese Luftströmungen nicht unterbrechen, die aber ihre Stöße mildern und ihre Heftigkeit und ihre Kälte vermindern. Die Westwinde sind beinahe immer feucht und warm und daher die ungesundesten. Die nach Norden und Westen liegenden Faßaden müssen daher die wenigsten Fenster haben; einige Fenster jedoch müssen sie erhalten, damit die Ventilirung der Säle, wovon später die Rede sein wird, nach allen Richtungen hin stattfinden kann.

Da die Ostwinde die gesundesten und die Südwinde in unseren Breiten nicht denselben Nachtheilen der feuchten Hitze ausgesetzt sind wie in Spanien, Italien oder den südlichen Provinzen Frankreichs, so soll man darauf sehen, daß die Hauptfaßaden nach diesen Himmelsgegenden angelegt werden; das Licht und die Wärme, die von diesen Seiten in die Gebäude eindringen, sind für unser Klima die beiden nothwendigsten Gesundheitsbedingungen, welche zu selten Nachtheile mit sich führen, als daß man sich vor ihnen zu schützen hätte.

Was die Kasernen betrifft, welche in Forts oder Citadellen erbaut werden, so liegt es in der Natur der Sache, daß man sich ernstlich bemüht die Feuchtigkeit zu bekämpfen, eine hinreichende Lüftung herzustellen und allen den übrigen Unannehmlichkeiten entgegen zu arbeiten, die mit geschlossenen Plätzen verbunden sind, wovon weiter unten die Rede sein wird.

Größe und Lüftung der Säle. — Wir beginnen mit dem Hauptgebrechen vieler Kasernen und Spitäler, mit der Unzulänglichkeit der Lokale in Bezug auf die Anzahl der darin sich befindenden Individuen. Das belgische Kasernirungsreglement z. B. schreibt vor, daß der Raum zwischen zwei Betten 0^m47 betrage, wenn die Höhe des Saales 3^m14 ist, und daß dieser Zwischenraum größer oder kleiner sein müsse, je nachdem der Saal höher oder niedriger ist. Dieses Reglement setzt nicht fest, wie viel Reihen Betten nach der Tiefe der Säle gestellt werden müssen, gewöhnlich aber ordnet man zwei Reihen für eine Tiefe von ungefähr 7^m0 an. Diese Einrichtung datirt aus dem Jahre 1814, wo die eisernen Bettgestelle noch nicht in Gebrauch waren;

*) Obgleich die hier ausgesprochenen Ansichten und Vorschläge sich nicht auf die Kasernen des österr. Staates beziehen können, da fast alle die angeführten Mängel und Uebelstände durch die bestehenden Bestimmungen seit langer Zeit abgeschafft sind, so haben wir nichts destoweniger diesem Aufsatze eine Stelle in unsern Blättern eingeräumt, da er im Allgemeinen den Zustand vieler Kasernen des Auslandes sehr richtig darstellt.

Digitized by Google

eine jüngere Verfügung aber (1836) bestimmt, daß die Zwischenräume der eisernen Betten 0m36 betragen müsse.

Nach diesen Bestimmungen lassen sich also in einem Saale von 7m0 Tiefe bei 3m14 Höhe und 40m0 Länge dem alten Reglement gemäß 66 Betten, nach dem von 1836 aber 72 Betten stellen, da das eiserne Bett eine Breite von 0m74 hat. Es hat also dieser Saal einen Kubikinhalt von 880m0, so daß, wenn man 1/8 Meter für das Volumen des Bettzeuges, einiger Geräthschaften und des Körpers eines Soldaten abzieht, im ersten Falle weniger als 12 Kubikmeter, und im zweiten Falle etwas mehr als 10 Kubikmeter verbleiben. In sehr vielen Fällen, entweder im Kriege oder bei der Ankunft von Rekruten, oder wenn zweischläfrige Betten vorhanden sind, können diese Distanzen nicht einmal beobachtet werden, und es ist dann die Respirazionssphäre noch beschränkter, so daß in vielen Fällen nur 8 Kubikmeter freier Luftraum verbleibt.

Dieser pro Mann verbleibende Luftraum ist aber durchaus ungenügend und zwar um so mehr, wenn nirgends ein zweckmäßiges Ventilazionssystem vorhanden ist, welches diese Spärlichkeit eines für die Gesundheit nothwendigen Raumes kompensirt. Man braucht nur in der Nacht einen dieser Säle zu betreten, wenn Thüren und Fenster schon seit einigen Stunden geschlossen sind, um sich zu überzeugen, daß die darin herrschende so verdorbene pestilenzialische Luft nothwendig einen verderblichen Einfluß auf die Organisazion des Menschen ausüben muß.

In einigen neuern Kasernen beträgt der Luftraum pro Mann 12—15 Kubikmeter; jedoch ist auch dieses Volumen noch nicht ausreichend.

Die Unzulanglichkeit der Luft oder die Verderbniß ihrer Bestandtheile ist keine von den morbiden Ursachen, welche eine Krankheit sogleich hervorrufen; sie wirkt nicht wie ein heftiger Luftzug, wie ein Sonnenstich, wie eine ansteckende Berührung, sondern wie ein langsames unmerkliches Gift, das nach und nach die Gesundheit untergräbt, das Blut verdirbt und jene geheimen langwierigen und sehr oft gefährlichen und unheilbaren Krankheitsformen entwickelt, als da sind Schwindsucht, Beinfraß, Skropheln, oder aber als verstecktes Kontagion auftritt, das viele Individuen zugleich angreift, z. B. Faulfieber, Blattern, Augenkrankheiten, Ruhr u. s. w.

Wenn die Sterblichkeit in den Städten größer ist als auf dem Lande, wenn die Epidemien dort mehr Verwüstungen anrichten als hier, so liegt die Ursache dazu in jenen bevölkerten Quartieren, in denen sich die Armen in Häusern zusammendrängen, in welche weder Luft noch Licht eindeingt und daher von Miasmen aller Art vergiftet werden.

Die Statistik hat es seit langer Zeit bewiesen, daß das Verhältniß der Schwindsüchtigen und der Typhuskranken in den Armeen sehr bedeutend ist, selbst wenn die normalen Bedingungen des Lebens vorhanden sind. Mit vollem Grunde ist die Entstehung dieser Krankheiten hauptsächlich in der zu großen Zusammendrängung des Militairs in den Gebäuden zu suchen, in welchen die Luft verdorben wird. Wenn diese Unreinheit nicht immer als die erste Ursache jener Krankheiten bezeichnet werden kann, welche manchmal epidemisch in den Regimentern herrscht, so muß sie doch immer als ein gravirender Umstand, als Ursache der Leichtigkeit der Mittheilung betrachtet werden. Die wirksamste Ursache der Augenkrankheiten, die bei den Armeen so oft überhand nehmen und eine große Anzahl von Soldaten für den Dienst untauglich machen, ist der zu bedeutenden Bevölkerung der Kasernen zuzuschreiben, und wo die letztere stattfindet, ist die Luft auch stets verdorben.

Wenn die substanzielle Lebensweise unserer Soldaten, in welcher Beziehung für den Gesundheitszustand nichts zu wünschen übrig bleibt, wenn ihr thätiges Leben, wenn ihre Jugend, ihre im Allgemeinen bessere Konstituzion als im Civil, denn kränkliche und schwächliche Individuen werden nicht eingereiht, nicht zum Theil den traurigen Einfluß der unreinen Luft neutralisirten, so würden die aus einer zu großen Zusammenhäufung entstehenden Epidemien noch viel häufiger sein, und man würde schon seit langer Zeit viel mehr sich davon überzeugt haben, daß dieses Element, wenn es verdorben ist, eine große Rolle bei der Entstehung der Krankheiten in den Armeen und in den Gefängnissen spielt.

Die Reinheit der Luft ist daher keineswegs eine Nebensache in der Sanitätsfrage, wie diejenigen glauben könnten, die sich von der Wirkung dieses Fluidums auf unsere körperliche Leibesbeschaffenheit keine Rechenschaft gegeben haben; die Luft ist das vorzüglichste Erhaltungsmittel, das dringendste unserer Bedürfnisse, sie ist je nach ihrer Beschaffenheit ein Gift oder ein

Digitized by Google

Lebensprincip, und aus dieſem Grunde muß man ein Reglement anklagen, deſſen Beſtimmungen nicht mehr in Uebereinſtimmung mit den gegenwärtigen Kenntniſſen der Geſundheitslehre ſtehen, und welche wir als die hauptſächlichſten Urſachen der krankhaften Dispoſizionen der Soldaten bezeichnen müſſen.

Wir übergehen mit Stillſchweigen die Unterſuchungen berühmter Aerzte und Phyſiker über die Quantität der in einer beſtimmten Zeit durch die Reſpirazion des Menſchen entſäuerten Luft, über die Reſultate der Haut- und Lungenreſpirazion, über die Grenze, über welche hinaus die Luft ſchädlich werden kann u. ſ. w.: alles Anhaltspunkte für die Beantwortung der uns hier beſchäftigenden Frage, die aber ausſchließlich in den Bereich des Phyſiologen gehört. Wir widmen dieſen Aufſatz hauptſächlich den Ingenieuren, Architekten und militäriſchen Chefs, welche berufen ſind Pläne für militairiſche Etabliſſements zu entwerfen oder zu genehmigen, und wollen uns daher kurz und deutlich ausſprechen, um auch denen verſtändlich zu ſein, welche keine medieiniſchen Studien gemacht haben; wir beſchränken uns deshalb auch nur darauf, das Ergebniß der Unterſuchungen anzuführen, die über dieſen Gegenſtand gemacht worden ſind; ein Ergebniß, das allgemein von den Aerzten anerkannt worden und als Baſis für eine razionellere Beſtimmung der Anzahl von Menſchen, die in einem gegebenen Raum unterzubringen ſind, dienen kann. Wir beziehen uns hier nur auf Kaſernen, denn in gewiſſen Gebäuden, in welchen ein Zuſammendrang von Menſchen ſtattfindet, z. B. in Hoſpitälern, in denen die Urſachen von Miasmen zahlreicher und die Individuen deren Eindrücken empfänglicher ſind, muß die Reſpirazionsſphäre natürlich viel ausgedehnter ſein.

Es wird allgemein angenommen, daß die Ventilazion der zur Verſammlung geſunder Menſchen beſtimmter Gebäude pro Stunde und pro Individuum 10 Kubikmeter Luft liefern müſſe, und da die Luft in dieſem Falle noch mit drei- bis viermal ihres normalen Verhältniſſes mit kohlenſaurem Gas geſchwängert iſt, ſo ſind dieſe 10 Meter ein Minimum, das nicht geringer angenommen werden darf, wenn der Geſundheit der in ſolchen Gebäuden ſich aufhaltenden Perſonen nicht geſchadet werden ſoll.

Es geht hieraus hervor, daß für einen Saal von 880 Kubikmeter, deſſen Dimenſionen wir oben angegeben, und in welchem nach einigen Reglements 66—72 Mann placirt werden ſollen, zehnmal 66 Kubikmeter Luft pro Stunde oder 6600 Kubikmeter für die 10 Nachtſtunden erforderlich ſind, was ſo viel iſt, als wenn die ganze Luft des Saales beiläufig achtmal erneuert wird. Nun iſt es bei der unvollſtändigen oder gar nicht beſtehenden Ventilazion unſerer Kaſernen leicht begreiflich, daß dieſe Erneuerung unmöglich iſt, und es iſt auch verſtändlich, bis zu welchem Grade dieſe Luft mit kohlenſaurem Gaſe, mit Miasmen und Feuchtigkeit geſchwängert ſein muß. Die Unterſuchungen, welche in dieſer Beziehung gemacht wurden, haben auch ein erſchreckendes Verhältniß von Fluiden dargeſtellt, welche der Reſpirazion nachtheilig ſind.

Dieſe Verderbniß der Luft iſt freilich nur in der Nacht ſo außerordentlich, in dieſer Zeit, wo alle Oeffnungen geſchloſſen ſind; indeſſen eine Quelle der Benachtheiligung der Geſundheit, welche ſich täglich mehrere Stunden lang wiederholt, verdient wohl in reifliche Erwägung gezogen zu werden.

Um die ſchädlichen Wirkungen verdorbener Luft zu vernichten, genügt aber ein vollſtändiges Ventilirungsſyſtem nicht, wenn die Quelle der in Beziehung auf die Lokalität überreichen Ausdünſtung beſtehen bleibt, denn die Ventilatoren können, ohne lebhafte Luftzüge oder ohne eine unerträgliche Kalte im Winter zu verurſachen, eine ſo ſchnelle Erneuerung nicht bewirken, und im Sommer, wenn die äußere Temperatur beinahe dieſelbe iſt als im Innern der Gebäude, würde dieſe Lüftung ziemlich nichts heißen; die Luft der Säle würde nur zum Theil erneuert werden. Es muß daher mit einem guten Ventilazionsſyſtem eine größere Auseinanderſtellung der Schlafſtellen verbunden werden. Wir glauben daher der allgemeinen Vorſchrift der Aerzte, wenn wir auf einer Seite die Erforderniſſe der Wiſſenſchaft und auf der andern die der Oekonomie berückſichtigen, nicht zu nahe zu treten, wenn wir die Reſpirazionsſphäre jedes Soldaten auf 20 Kubikmeter feſtſtellen. Wir nehmen bei dem Inhalt des Saales außerdem keine Rückſicht auf die $1^{m}50$ pro Mann, für ſein Bett, ſeinen Körper, auf Kamine u. ſ. w., und es würde ſonach das Zimmer, von dem wir oben ſprachen, anſtatt für 66 bis 72 Mann nur für 41 hinreichend ſein.

Man dürfte daher nicht mehr den zwiſchen zwei Betten zu belaſſenden Raum feſtſtellen, weil er ſich nach den Dimenſionen des Saales richten müßte, ſondern jeder Saal müßte gemeſſen und die Anzahl der darin

Digitized by Google

unterzubringenden Mannſchaft müßte an die Thür geſchrieben und dieſelbe in keinem Falle überſchritten werden.

Was die Stellung der Schlafſtätten betrifft, ſo müßte ſie natürlich ſo ſein, daß der Verkehr und die Erforderniſſe des Dienſtes nicht behindert würden, und daß ſo wenig als möglich Luftzug durch die Thüren ſtattfände, den man ſchwerlich ganz beſeitigen könnte. Oder beſſer geſagt, man ſollte denſelben bis zu einem gewiſſen Grade begünſtigen, indem man die Vorſicht gebrauchte, die Thüren zwiſchen zwei feſte Windſchirme zu ſtellen, welche die Luft gerade gegen die Mitte der Säle drängen, wo gewöhnlich keine Betten ſtehen.

Man hat bis zur jüngſten Zeit geglaubt, daß ſowohl das kohlenſaure Gas wie auch andere Ausſtrömungen der Haut und der Lunge die untern Schichten der Luft in einer Wohnung einnehmen, und man glaubte deshalb ein Lokal nicht geſunder zu machen, wenn man ihm eine größere Höhe gab. Heutigen Tages aber iſt es bewieſen, daß ſich dieſe Fluida mit der ganzen Luft eines Saales vermiſchen, und es iſt daher begreiflich, daß, je höher ein Stockwerk iſt, um ſo größer das Luftvolum im Verhältniß zu den fremden Gaſen und dieſe Luft folglich um ſo weniger verdorben ſein wird.

Allen neu zu erbauenden Kaſernen ſollte man 4^m bis 4^m5 hohe Etagen geben, um nicht zu viel an Oberfläche zu verlieren. Der dadurch gewonnene Vortheil iſt ſo groß, daß der Saal, in welchem wir jetzt 41 Soldaten unterbrachten, bei einer Höhe der Etagen von 4^m5, anſtatt 3^m14, deren 17 Mann mehr aufnehmen kann. Die Höhe darf aber auch nicht übertrieben werden und dieſe Grenze von 4^m5 nicht überſchreiten, denn die zu hohen Säle erfordern im Winter einen zu ſtarken Aufwand von Brennmaterial, was ein Gegenſtand von großer Bedeutung iſt.

Die Ventilazion iſt bei dem gegenwärtigen Stande der Wiſſenſchaft immerhin noch ein ſehr ſchwieriger Gegenſtand, der hinſichtlich des Geſundheitszuſtandes noch nicht gehörig feſtgeſtellt iſt und nur durch fortgeſetzte Verſuche ins Klare gebracht werden kann. Gleichwohl werden wir es verſuchen, einige der weſentlichſten Bedingungen der Lüftungsmethoden aufzuzeichnen.

Die Ventilazion durch große Oeffnungen erzeugt Luftſtrömungen, welche um ſo gefährlicher ſind, als der Soldat jeden Augenblick von Uebungen zurückkehren kann, durch welche er ermüdet und in volle Transpirazion gekommen iſt. Eine gut eingerichtete Lüftung muß durch Luftſäulen wirken, welche ſo gebrochen werden, daß ſie kaum für diejenigen bemerkbar ſind, welche einen Raum bewohnen. Es ſind daher alle ſolche Lüftungsſyſteme verwerflich, wobei große Oeffnungen angebracht werden.

In einer Kaſerne muß die Ventilazion ſelbſtwirkend und kontinuirlich ſein, denn ſobald erſt Motoren irgend einer Art durch die Soldaten in Thätigkeit geſetzt werden ſollen, wird man niemals den beabſichtigten Zweck erreichen, denn oft wird irgend etwas an den betreffenden Apparaten geſtört ſein, und im Winter läßt man ſie unter dem Vorwand zu großer Kälte auch wohl ganz unthätig, gerade in einer Zeit, wo die Lüftung am nothwendigſten iſt. Es iſt daher jede Ventilazionsmethode verwerflich, bei der die menſchliche Hülfe erforderlich iſt, oder wo Apparate nothwendig werden, welche der Beſchädigung ausgeſetzt ſind. Eben ſo ſind die Ventilatoren nicht zweckmäßig, welche im Niveau des Bodens ſich befinden, da ſie den untern Theil des menſchlichen Körpers Erkältungen ausſetzen, welche unangenehm und gefährlich werden. Dieſe Ventilatoren beruhen übrigens auf den irrigen Begriff, daß die durch die Reſpirazion verdorbene Luft die unteren Regionen irgend eines umſchloſſenen Ortes einnehme; ein Irrthum, der, wie oben bemerkt wurde, durch angeſtellte Verſuche feſtgeſtellt iſt und durch das Naturgeſetz: daß gegen die Geſetze der Miſchung der Flüſſigkeiten die verſchiedenen einfachen oder zuſammengeſetzten elaſtiſchen Fluiden, die ohne chemiſche Wirkung aufeinander ſind, ſich gleichmäßig nach der ganzen Ausdehnung irgend eines begrenzten Raumes ohne Rückſicht auf ihre reſpektiven Dichtigkeiten verbreiten.

Auch würde es nicht zweckmäßig ſein, für dieſe Art von Gebäuden eine Ventilazion anzuwenden, welche durch Wärmeapparate erzielt wird, denn die Ausgaben zur Anſchaffung der dahin gehörigen Apparate ſind eben ſo bedeutend als die dazu erforderlichen Brennmaterialien.

Die Lüftungskamine in hohen Sälen oder in ſolchen, die mit Gewölben bedeckt ſind, geben vortreffliche Ventilatoren ab und ſind vielleicht die einzig anwendbaren in unſerem Falle; doch muß man daran zweifeln, daß ſie ohne Mitführung ernſter Unannehmlichkeiten in niedrigen Räumen, wie ſie unſere Kaſernen

Digitized by Google

gewöhnlich haben, ausgeführt werden können. Es ist zu fürchten, daß sie zu kräftige Luftzüge erzeugen, wenn die Thüren oder Fenster geöffnet werden und daß folglich die Mannschaften, wenn sie von ihren Exercizien oder ihren Handdiensten zurückkehren, stets bedeutenden Erkältungen ausgesetzt sind. Eine nicht zu kräftige und nicht zu plötzliche Lüftung, die durch so heftige Luftströmungen entsteht, sondern eine kaum bemerkbare und anhaltende Lüftung wird deshalb für Kasernenräume viel zweckmäßiger, und eine Ventilirungsmethode mit mehreren kleinen Oeffnungen wird der mit einer einzigen großen Oeffnung vorzuziehen sein.

Setzen wir indessen diese zu befürchtenden Nachtheile bei Seite, so dürfte man doch selten geneigt sein, die Ausgaben für die Herstellung solcher Lüftungskamine in alten Kasernen zu machen, und da die Anzahl dieser letzteren sehr groß ist, so dürften sie nur bei manchen neuen Kasernen angebracht werden können, wenn sie nicht durch einfachere Mittel zu ersetzen, und wenn die ausgesprochenen Befürchtungen nicht zu erwarten sind. Um uns also kurz zu fassen, wiederholen wir, daß viele Ventilatoren mit kleinen Oeffnungen, deren Luftströmungen auf eine gewisse Entfernung unmerklich sind, deren Einrichtung einfach, nicht kostspielig und an alten Gebäuden anzubringen ist, welche eine ununterbrochene Wirkung haben, und welche nicht von besonderen Bewegungsmitteln und Reparaturen abhängig sind, die zweckmäßigsten sein dürften, und dahin gehören die Drahtgeflechte, die mit einer großen Anzahl von Löchern durchbrochenen Blechtafeln, durchlöcherte Glasscheiben, Jalousien von Blech u. s. w.

Die Metallgeflechte mit weiten Maschen, so wie die nach Art der Siebe durchlöcherten Blechtafeln sind sehr verbreitet in den industriellen Etablissements in England; die Glasscheiben, welche nach außen schräg gestellt sind und in ihrem untern Theil eine 3 bis 4 Zoll weite Oeffnung haben, sind mit Erfolg in mehreren Militairspitälern angewendet worden; die kleinen blechernen Persiennes, welche so eingerichtet sind, daß die Tafeln nicht mehr als einen Zoll voneinander abstehen und daß die frische Luft gegen die Decke gedrückt wird, sind ebenfalls vortheilhaft. Wir sind in gleichem Maße für diese beiden Ventilatoren, denn wir wüßten keinen Grund anzugeben, worin der eine dem andern vorzuziehen sei; nur die Erfahrung kann es lehren, welche Vorzüge der eine vor dem andern etwa haben könnte.

Jedes Fenster sollte mit einem oder mit zwei solchen Ventilatoren versehen sein, je nachdem es groß ist und je nachdem die Anzahl der Fenster, die Dimensionen des Saales u. s. w. beschaffen sind. Es ist dies ein von dem Ingenieur und dem Arzt zu entscheidender Punkt, welcher durch die Erfahrung leicht ins Reine gebracht werden kann, wenn man zu viel und wenn man zu wenig dieser Ventilatoren anbringt. Damit die Luftströmungen recht lebhaft werden und die Säle nach allen Richtungen durchstreichen, ist es eine wesentliche Bedingung, daß die Ventilatoren an zwei Seiten des Saales einander gegenüber angebracht werden. Legt man sie 3m0 über den Boden, so würde man der erkältenden Wirkung der frischen Luft hinreichend zuvorkommen, und die Erneuerung der Luft würde leichter bewerkstelligt werden, als wenn sie sich an der Decke befinden.

Da während der Sommerhitze die äußere Temperatur ziemlich dieselbe ist als die im Innern der Wohnungen, so wird die Cirkulazion der Luft nicht so lebhaft sein; da aber am Tage die Fenster oft geöffnet werden und während der Nacht in unserm Klima gegen zwei oder drei Uhr des Morgens ein sehr beträchtliches Sinken der Temperatur stattfindet, so wird sich die Luft dann in Massen erneuern. In dieser Jahreszeit sollten übrigens die Thüren offen bleiben, um die Lüftung so viel als möglich zu begünstigen.

Da also hiernach die Ventilazion an heißen Tagen beinahe Null ist, so wird es nothwendig, Fenster anzubringen, die sich weit öffnen lassen; doch müssen sie auch so konstruirt sein, daß sie genau schließen, weil die Säle sonst im Winter zu kalt sein würden.

Es ist zweckmäßig und sogar nothwendig, das Oeffnen der Fenster in dem Moment zu verbieten, in welchem die Truppe von ihren Exercizien oder Manoeuvres zurückkehrt, denn die Mannschaften sind dann, wie bereits erwähnt worden, in vollem Schweiße, und da sie sich nun beeilen, ihre Uniform abzuwerfen, so entstehen viele Erkältungen, wenn eine windige Zeit ist, mag die äußere Temperatur auch noch so warm sein. Nur dann dürfen die Fenster geöffnet werden, wenn die Mannschaften auf dem Exercierplatze sich befinden.

Mit einer freigebigen Luftvertheilung und einer

Digitized by Google

regelmäßigen Ventilazion muß aber auch ein natürliches lebhaftes Licht in Verbindung gebracht werden. Es gibt leider so Viele, welche die Wichtigkeit des Lichtes für die menschliche Organisazion nicht begreifen, und gleichwohl sind die Sonnenstrahlen ein für dieselbe unumgänglich nothwendiges Erforderniß; in so großem Maße die Einwirkung der Sonnenstrahlen eine tonische Kraft für schwache oder kränkliche Konstituzionen ist, in eben so großem Maße ist die Dunkelheit schwächend und geeignet Skropheln, Schwindsucht, Skorbut, Wassersucht und andere asthenische Krankheiten zu erzeugen. Ohne Licht verkümmert unsere Organisazion und verwelkt wie die Blume in der Finsterniß. Das Licht spielt mit einem Worte bei dem Akt der Assimilazion unserer Nahrung und folglich bei der Bildung unserer flüssigen Stoffe eine viel wichtigere Rolle, als man es früher geglaubt hat. Höchst wahrscheinlich liegt in dieser Unzulänglichkeit der Luft die wesentlichste Ursache der tiefen konstituzionellen Verschlechterung einer großen Anzahl von Gefangenen. Wir haben in den Jahren 1845 und 1846 ein merkwürdiges Beispiel dieses Einflusses bei einem in der Festung Z. damals gelegenen Regimente bemerkt. Die in den Kasematten einquartirten Kompagnien hatten zweimal mehr Kranke als die in den oberen Kasernen. Nur der Mangel an Licht und als Folge davon eine größere Feuchtigkeit und eine stärkere Verschlechterung der Luft konnte diesen Uebelstand erklärlich machen.

Es ist freilich wahr, daß die Dunkelheit in wenigen Kasernen so bedeutend ist, um sie geradezu als Krankheitsursache zu bezeichnen; indessen zwischen einer sehr großen Dunkelheit und einer genügenden Insolazion gibt es dazwischen liegende Grade, welche nicht mehr den Bedürfnissen unseres Gesundheitszustandes entsprechen, und in diesem Falle befinden sich die Erdgeschosse so vieler Kasernen.

Die Höhe der Etagen von 4m0 bis 4m50, welche wir weiter oben als zweckmäßig angegeben, begünstigt die Einführung des Lichtes, doch müssen nebenbei die Fenster und der Platz des Gebäudes so gelegen sein, daß die Sonne einige Stunden des Tages in die Säle des Erdgeschosses eindringen kann.

Eine Uebertreibung muß indessen auch vermieden werden, nicht etwa darum, daß eine zu große Helle schädlich wäre, sondern deshalb, weil zu viel Fenster, besonders wenn sie an der Nordseite liegen, die Säle im Winter zu kalt machen; ein Uebelstand, der in manchen Kasernen wahrzunehmen ist.

Die Baumpflanzungen, welche man seit einiger Zeit bei allen Festungen, Citadellen und Forts angelegt hat, dürfen ferner auch nicht über die Regeln der Gesundheitslehre hinausgehen. So sahen wir in einer Festung eine Reihe Bäume gepflanzt, welche 4 bis 5m0 von den Sälen entfernt waren, in denen man die Mannschaften einquartirt hatte. Diese Bäume aber verhinderten das Eindringen der Sonnenstrahlen in die ohnehin ungenügend von der Sonne beschienenen tiefen und gewölbten Zimmer; sie vermehrten die außerdem schon große Feuchtigkeit der unteren Räume und werden diesen Uebelstand noch größer machen, wenn die Bäume noch mehr wachsen.

Derselbe Fall ist es mit den Anpflanzungen des Glacis derselben Festung. Sobald die angepflanzten Bäume eine gewisse Höhe erreicht haben, wird der ganze bewohnte Theil des Platzes sich in einem wahren Trichter befinden; die Winde werden abgehalten und folglich wird die Luft unreiner, die Feuchtigkeit stärker; die Hitze wird im Sommer größer und von keiner Brise gemildert werden.

In Gräben, und auf einigen Theilen des Glacis und der Wälle, besonders an der Nordseite, sind Anpflanzungen zweckmäßig; sie müssen aber breite Zwischenräume haben und es müssen dazu vorzugsweise Bäume gewählt werden, welche nicht zu sehr in die Höhe schießen, damit sie ihren Schatten nicht zu weit werfen. In allen Fällen ist es rathsam sich mit Aerzten zu verständigen, wenn Anpflanzungen gemacht werden sollen.

Wir gehen nun zur Heizung und Beleuchtung der Kasernen über. Diese beiden Punkte des innern Lebens bedürfen bei dieser Art von Gebäuden auch einer absoluten Regulirung und Verbesserung. In einigen Ländern muß der Soldat selbst die Kosten der Beleuchtung und Heizung tragen; man macht ihm einen kleinen Abzug, den man so gering als möglich zu stellen sucht, oder die Mannschaften vereinigen sich unter sich über den Ankauf des nöthigen Brennmaterials. Natürlicherweise entsteht dadurch eine große Unregelmäßigkeit und eine Kargheit der Beleuchtung, die nicht anders als zum Nachtheil des Wohlseins und der Moralität des Soldaten führen können.

Nur in wenigen Kasernen gibt es ein regelmäßi-

Digitized by Google

ges Syſtem von Heizapparaten; oft iſt die Hälfte der Säle ganz ohne dieſelben. Wir haben ſelbſt eine neue Kaſerne geſehen, wo nirgends eine Heizungsvorrichtung getroffen war, und erſt nach Vollendung des Baues dachte man an dieſen unumgänglich nothwendigen Gegenſtand.

Die von den Städten gelieferten Oefen ſind gewöhnlich abgenutzt, von verſchiedener Geſtalt, die Röhren ſind nicht in gehörige Verbindung mit den Schornſteinen gebracht oder ſie ſind durch Fenſterſcheiben ins Freie geführt, auch ſtehen ſie meiſtens in irgend einem dunkeln Winkel, ſo daß ſich die Mannſchaft nicht um den Ofen gruppiren kann. Solche Heizanſtalten ſind fehlerhaft in jeder Beziehung, denn ſie veranlaſſen eine Menge von kleinen Drangſalen und Streitigkeiten unter den Soldaten ein und deſſelben Zimmers und ſtehen den Anforderungen der Reinlichkeit, die man an den Militair macht, ganz entgegen.

Die ganze Beleuchtung beſteht in langen Winterabenden aus einer kleinen Laterne oder einem miſerablen Licht, das meiſtens noch bei den Unterofficieren der Wache cirkulirt oder zu anderm Dienſt gebraucht wird. Es befinden ſich daher die Mannſchaften in den großen Sälen, wo ihre Zahl 50 oder 60 beträgt, in der vollſtändigſten Finſterniß, und es iſt daher unmöglich, daß der Soldat ſich irgend einer nützlichen Beſchäftigung widmen kann.

Wenn die Kaſernen gehörig beleuchtet und geheizt würden, ſo iſt es unſtreitig, daß eine große Anzahl von Soldaten, anſtatt in der Stadt herum zu laufen oder ſich mit Einbruch der Nacht ſchlafen zu legen, wie es meiſtens geſchieht, und anſtatt mehrere Stunden täglich in gezwungenem Müßiggange zuzubringen, ſich um das Licht ſcharen und ihre Zeit beſſer zubringen würde. Eine Wohnung mit allen Bedingungen des Wohlſeins, d. h. die mit Wärme und Licht verſehen und reinlich iſt, erweckt den Sinn für Ordnung, die Liebe zum ruhigen und regelmäßigen Leben, während die Unbehaglichkeit, die aus dem Mangel dieſer Bedingungen entſteht, träge macht und den Militairſtand verleidet. Es iſt dies alſo eine Angelegenheit der Ordnung, der Moralität und der Geſundheit, und es iſt die in den Kaſernen in dieſer Beziehung ſtattfindende Oekonomie um ſo weniger zu begreifen, als Feuer und Licht wirkliche Lebensbedürfniſſe ſind, mit denen nur die Wohnung des Soldaten nicht verſehen iſt.

Da das Feuer in den Kaſernen nicht ein ſo tägliches Bedürfniß iſt als in den Hospitälern oder in den Privatwohnungen, ſo würde es hinreichend ſein, an jenem Tage einzuheizen, an welchem der Thermometer bis unter eine gewiſſe Temperatur hinunter geht, z. B. + 2° R; regelmäßig aber müßte es alle Abend geſchehen in den Monaten December, Januar und Februar, ſo wie während der ausnahmsweiſen Nachtfröſte im Monat März.

Jedes Zimmer ſollte einen Schornſtein und ſo viel als möglich in der Mitte der Seitenmauern haben. Die Stadt oder der Staat müßten gußeiſerne Oefen nach ein und demſelben Modell für alle Kaſernen liefern, und ein jeder Ofen müßte mit einem blechernen Mantel mit vielen Oeffnungen umſtellt werden, durch welche die warme Luft in das Zimmer ſtrömt, und wodurch die zu lebhafte Strahlung des glühenden Eiſens verhindert wird. Ueber die ſchädlichen Wirkungen der Strahlung der Wärme, welche der einzige Nachtheil dieſer Oefen ſind, werden wir ſpäter noch einige Worte ſagen.

Was nun die Beleuchtung betrifft, ſo ſollte jedes Zimmer eine hellbrennende Lampe haben, welche in der Nähe des Ofens über einem Tiſch hängen müßte, an welchem die Mannſchaften ſich niederſetzen können. In Städten mit Gasbeleuchtung wäre dieſelbe wegen ihres hellen Lichtes auch für die Kaſernen vorzuziehen, beſonders da der zugehörige Apparat einfach iſt und weniger Sorgfalt bedarf.

Die Treppen, Korridore, Höfe, Abtritte u. ſ. w. müſſen hinlänglich beleuchtet ſein, damit eine leichte Cirkulazion, eine beſſere Beaufſichtigung ſtattfindet und damit Verunreinigungen dunkler Orte vermieden werden. Die Wohnung des Soldaten wird dann das Anſehen eines Gefängniſſes verlieren, das ſie bei einer kümmerlichen Beleuchtung nothwendigerweiſe haben muß.

Nach der Luft, dem nothwendigſten Element, kommt das Waſſer, jenes andere Fluidum, deſſen Eigenſchaft ebenfalls einen großen Einfluß auf die Geſundheit ausübt. Leider muß man es bekennen, daß auch in dieſer Beziehung die Geſundheitslehre vernachläſſigt wird.

Wir laſſen uns hier nicht auf die Angabe der chemiſchen Mittel ein, durch welche ſich die Eigenſchaften des Waſſers erkennen laſſen. Geſchmack und Geruchloſigkeit, Friſche und die Eigenſchaft Seife auf-

Digitized by Google

zulösen, sind gewöhnlich hinreichende Zeichen, daß ein Wasser trinkbar sei; dessen ungeachtet ist es angemessen, wenn es sich um die Einrichtung eines neuen Militair-etablissements handelt, das sich vorfindende Trinkwasser durch einen Sachverständigen untersuchen zu lassen.

Häufig ist es weniger die Eigenschaft des Wassers, welche etwas zu wünschen übrig ließe, sondern dessen Quantität und Vertheilungsweise. In den meisten Kasernen findet man nur einen einzigen Brunnen; in einer uns bekannten Festung, in welcher 1500 Mann einquartirt sind, hat man zwei Brunnen; in einer gewissen Kaserne befinden sich zwei sehr tiefe Brunnen, und es sind zwei Mann nothwendig, um einen einzigen Eimer Wasser heraufzuziehen. Derselbe Fall ist es bei vielen anderen Kasernen. Nun ereignet es sich auch noch sehr oft im Sommer, daß diese Brunnen versiegen oder so spärliches Wasser geben, daß sie nur zwei bis drei Stunden an jedem Morgen zu gebrauchen sind. Die Folge davon ist, daß der Soldat seinen Durst nicht stillen kann, oder daß er sich für den Nachmittag einen Napf Wasser aufbewahrt, welches lauwarm oder schmutzig wird und daher nicht allein den Durst des Soldaten nicht stillen kann, sondern ihm auch schwere Verdauung und Abweichen, so wie innerliche Entzündungen zuzieht.

Es ist daher für die Gesundheit und für die Reinlichkeit dringend erforderlich, jedem Wassermangel vorzubeugen, und man sollte dafür sorgen, daß wenigstens zwei Brunnen für jedes Bataillon angelegt würden; eine dringende Nothwendigkeit für die trocknen Monate oder für den Fall einer stärkern Besatzung. Ziehbrunnen müßten ganz beseitigt werden.

Eine andere Unannehmlichkeit ist es, wenn sich alle Pumpenbrunnen in den Höfen und oft in großer Entfernung von den Zimmern befinden. Der Soldat setzt sich dann bei der Reveille, wenn er sein warmes Bett verläßt und unvollständig angezogen ist, allen Unbilden der Witterung und einem plötzlichen Temperaturwechsel aus, was natürlich eine der häufigsten Ursachen schwerer Krankheiten sein muß.

Es gibt Leute, welche glauben, daß unsere Organisazion sich an diese Abweichungen von den Gesundheitsregeln gewöhnt. Das ist aber ein großer Irrthum. Es ist allerdings richtig, daß eine übertriebene Besorgniß, daß verzärtelte Gewohnheiten reizbarer und empfänglicher machen; dagegen verursacht die entgegengesetzte Uebertreibung bei weitem noch mehr Unannehmlichkeiten. Der Soldat kann sich aber von diesen Gelegenheiten zur Erkältung nicht frei machen; er muß sich waschen und zwar bevor er angekleidet ist, und es muß folglich dahin gestrebt werden, Waschanstalten herzustellen, wo sich die Mannschaften reinigen können, ohne sich der Luft auszusetzen. In jedem Stockwerke muß ein Raum hierzu bestimmt werden, der so eingerichtet ist wie die Waschplätze in den Erziehungsanstalten, nämlich mit einer Anzahl von Hähnen. Diese Waschplätze werden nur in der Frühe beim Aufstehen geöffnet und erheischen daher nur eine geringe Beaufsichtigung. Die Pumpbrunnen in den Höfen sind für das Bedürfniß des Tages bestimmt. Ferner müssen die Küchen, die Wohnungen der Compagnieweiber (wenn man es für nothwendig erachtet, dieselben beizuhalten), die Waschhäuser, wie auch der Saal für den Besuch des Arztes mit Wasser versorgt werden. —

Mit Recht verlangt man von dem Soldaten eine sehr große Reinlichkeit. Sie ist eine wichtige Regel der Gesundheit, ein Beweis der Ordnung und guten Haushaltung; sie stellt den Soldaten in den Augen des Volkes höher und wird zu einer Gewohnheit, welche bald zum Bedürfniß wird und auch dem Volke sich leicht mittheilt. Wenn es indessen auch wahr ist, daß es dem Officier leicht wird, die Reinlichkeit in dem Anzug der Soldaten aufrecht zu erhalten, so ist es doch auch notorisch, daß die Sparsamkeit der Gemeindebehörden bei der Unterhaltung der Kasernen ein tägliches Hinderniß ist, daß die Reinlichkeit der Wohnungen des Militairs der äußern Haltung desselben entspricht. Die meisten dieser Gebäude haben so auffallende Fehler, daß die Reinlichkeit in dem Maße, als man sie zu verlangen berechtigt ist, zur Unmöglichkeit wird und nur durch viele Sorgfalt und Arbeit erträglich erreicht werden kann.

Ein Hauptfehler dieser Kasernengebäude sind die ungepflasterten Höfe. Sechs Monate im Jahre sind sie schmutzig und voller Wasserpfützen, so daß auf denselben keine Exercizien stattfinden können. Der fortwährende Verkehr einer bedeutenden Menschenmenge gibt dann Veranlassung, daß die Treppen und Säle der Gebäude voller Schmutz und Staub werden und daß man sie täglich waschen muß, was ein anderes Uebel zur Folge hat, dasjenige nämlich, daß die Fußbekleidung und das Gewand des Soldaten beschmutzt werden, und er alle Augenblicke genöthigt ist dieselben zu rei-

Digitized by Google

nigen. Dadurch aber werden seine Effekten abgenutzt, und durch den dann immerwährend stattfindenden Staub wird der Aufenthalt in den Sälen unangenehm und selbst gefährlich. Das tägliche Aufwaschen der Fußböden und Treppen unterhält fortwährend die Feuchtigkeit, welche im Winter der Gesundheit offenbar schädlich sein muß. Außerdem verliert der Soldat viel Zeit, die Betten müssen ununterbrochen ausgestaubt werden, und durch das ewige Aufwäschen erleiden die Fußböden eine sehr geschwinde Abnützung, verfaulen nach und nach und geben Ausdünstungen von sich, welche nur zur Verderbniß der Luft beitragen können.

Um allen diesen Uebelständen vorzubeugen und abzuhelfen ist es nothwendig, daß man die Höfe nach ihrer ganzen Ausdehnung pflastert und daß sie ein solches Gefälle haben, daß der Abfluß des Wassers leicht und schnell bewerkstelligt wird; sie müssen mit einem breiten sehr regelmäßigen Trottoir umgeben sein, auf denen stets eine sehr große Reinlichkeit herrscht, und auf welchem allein bei schmutzigem Wetter der Verkehr stattfinden kann. Fußböden und Treppen, wenn letztere nicht von Stein sein können, müssen von Eichenholz hergestellt werden, denn hartes Holz absorbirt nur wenig Wasser, ist leicht zu reinigen und erfordert wenig Reparaturen.

Die hölzernen Bettgestelle und Kleiderbretter sind in vielen Kasernen der Ursprung jenes widerlichen Ungeziefers, welches in der Sommerhitze zur wirklichen Plage wird. Eine kleine Kaserne sahen wir buchstäblich angefüllt mit Wanzen, die Ritzen der Mauern und Decken, die geringsten Unebenheiten des Putzes waren damit besäet. Um dieser abscheulichen Unannehmlichkeit vorzubeugen, sollten ein für allemal die hölzernen Bettgestelle abgeschafft werden, und man sollte sich überhaupt des Holzes bei Kasernenbauten so wenig als möglich bedienen; die Requisiten für die Uniformstücke und Geräthschaften der Soldaten sollten von Blech und Eisen hergestellt, die Mauern sorgfältig geputzt und auf Mannshöhe mit Oelfarbe angestrichen, auch die Decken der Zimmer plafonnirt werden; besonders wäre das letztere höchst nothwendig, um das Durchfallen des Staubes zu verhindern, der den Augen lästig ist und die militärischen Effekten verdirbt, die sich in den Räumen darunter befinden. Und eben so wie man die hölzernen Bettstellen für die Reinlichkeit zu beseitigen hat, muß man auch die zweischläfrigen Betten in Bezug auf die Moralität und die Ueberwachung von ansteckenden Krankheiten vermeiden.

Noch einige andere Ursachen der Unreinlichkeit entstehen durch fehlerhafte Anordnung der Lokalitäten, durch schmale und zu wenige Treppen, mangelhafte Beleuchtung, zu weite Entfernung der Abtritte und der Urinplätze in der Nacht, durch Nichtabsonderung der Küchen u. s. w. Um aber in dieser Beziehung nichts wiederholen zu dürfen, verweisen wir auf diejenigen Stellen, welche über diese Gegenstände handeln.

Allgemeine Anordnungen, Bequemlichkeiten des Verkehrs, Zahl der Stockwerke und Treppen, Größe der Zimmer u. s. w.— Um eine bequeme und leichte Cirkulazion in den Kasernen zu erreichen, bedarf es vor allem breiter Korridore und Treppen. Es darf nicht außer Acht gelassen werden, daß sich manchmal eine ganze Compagnie mit dem Gewehr in der Hand auf Treppen zusammendrängt, die häufig so schmal sind, daß kaum 2 Mann nebeneinander gehen können, oder auch eine solche Steilheit haben, daß ein öfteres Fallen von Soldaten unvermeidlich ist. Uebrigens findet ja in diesen Gebäuden ein ewiges Hin- und Hergehen statt; es werden Bettstellen und Betten, Tische, Bänke und Gefäße auf- und abgetragen, wodurch der allgemeine Verkehr fortwährend behindert wird.

Eine breite Treppe ist nicht bloß ein Gegenstand von Bequemlichkeit, sie bildet auch einen großen Ventilator, durch welchen Luft und Licht in die anstoßenden Säle gelangt. Jede Kasernentreppe muß eine Breite von 2m25, eine sanfte Steigung, geräumige und lichte Podeste haben; sie soll, wenn sie nicht von Stein sein kann, von hartem Holze erbaut sein, damit sich die scharfen Kanten der Stufen nicht leicht abnutzen und die letztern glatt werden; auch wäre es zweckmäßig, die Kanten des Auftrittes mit Eisen einzufassen.

Obgleich die Anzahl der Treppen von der Einrichtung der Kasernen und von ihrer Größe abhängt, so sollte man doch immer eine Treppe für zwei Compagnien, welche über dem Erdgeschosse wohnen, annehmen, so daß für eine Kaserne, in welcher z. B. zwei Bataillone einquartirt werden, von denen die eine Hälfte das Erdgeschoß, die andere das obere Geschoß einnimmt, drei Treppen einzurichten sind. Auf diese Art kann es vermieden werden, daß die Mannschaften eines Saales

Digitized by Google

durch die Säle anderer Compagnien gehen, und daß bei den Abrufungen zum Exercieren, zum Eſſen u. ſ. w. kein Zuſammendrängen ſtattfindet.

Gewiſſe Zimmer, welche für Lungenkranke, für die ärztlichen Beſuche, für Werkſtätten, für Gefängniſſe, für die Hauswirthſchaft u. ſ. w. beſtimmt ſind, müſſen nothwendigeweiſe eine feſte Beſtimmung und gewiſſe, ihren Bedürfniſſen gemäße Einrichtungen erhalten. Bisher wechſelten dieſe Lokale bei jeder neuen Garniſon, und ſind nicht mit den erforderlichen Bequemlichkeiten verſehen. Wir werden an betreffenden Orte das Nöthige ſagen.

Eine Kaſerne ſollte nicht mehr als eine Etage, d. h. ein Erd- und ein darüber liegendes Geſchoß und eine Höhe von 13 bis 14m0 haben. Zu große Höhe verhindert das Eindringen des Lichtes und der Luft in den ganzen Raum und verurſacht den Mannſchaften unnöthige Beſchwerden beim Auf- und Abſteigen, was täglich ſo oft geſchehen muß. Der Dienſt wird dadurch aufgehalten und die Ueberbringung der Befehle wird ſchwieriger gemacht. Wir machen dieſe Bemerkung nicht ohne Grund, denn bei einer uns bekannten Kaſerne hat der Soldat 89 Stufen zu ſteigen, um in das obere Geſchoß zu gelangen. und ein ſolches Aufſteigen iſt wahrhaft beſchwerlich und inhuman.

Bei gewöhnlichen Verhältniſſen ſollten die Dachräume nicht von den Truppen bewohnt werden, ſelbſt nicht diejenigen, welche noch ſo gute Einrichtungen beſitzen. Im Kriege iſt das etwas anderes, und man kann ſie für einen ſolchen Fall, oder wenn durchmarſchirende Truppen untergebracht werden müſſen, dadurch bewohnbar machen, daß man ſie mit Brettern bekleidet, ſie lüftet und ſie mit einem Worte geſund und wohnlich macht. Sie ſind in dieſer Beziehung eben ſo gut als Reſervemittel zu betrachten, wie eine Aufbewahrung von Lebensmitteln. Mit Rückſicht auf ſolche Fälle ſollte man alſo die Kaſernen geräumiger einrichten als es für das gewöhnliche Bedürfniß nothwendig iſt; es kommen ohnehin immer neue Bedürfniſſe zum Vorſchein, an welche man bei der Anlage des Baues gar nicht gedacht hat. Wir haben viele Kaſernen beſucht und ſtets gefunden, daß die dieſelben bewohnenden Mannſchaften im Verhältniß zu den Räumlichkeiten zu dicht zuſammen geſchoben ſind. Was geſchieht aber erſt dann, wenn die Armee auf den Kriegsfuß geſtellt wird. Selbſt wenn in Friedenszeiten die Cadres der Kompagnien vollſtändig ſind, ſo ereignet es ſich häufig, daß eine Kaſerne, welche für ſo und ſo viel Mannſchaften beſtimmt iſt, nach ihrer Vollendung den Bedürfniſſen nicht mehr entſpricht, weil der Ingenieur, der z. B. auf einen Effektivſtand von 900 Mann rechnet, was ein Bataillon im Kriegszuſtande ausmacht, nur die Räumlichkeiten für die Unterofficiere eines Bataillons vorgeſehen hat, während jetzt dieſe 900 Mann die Cadres eines ganzen Regiments ſind. Werden nun die Unteroffiziere beſonders untergebracht, ſo iſt man gezwungen den für die Mannſchaften beſtimmten Raum außerordentlich zu beſchränken. —

Es verſteht ſich von ſelbſt, daß die Kaſernen in den Citadellen und Forts nicht dieſelben Bedingungen in Bezug auf das Wohlbefinden des Soldaten erfüllen können als diejenigen in den Städten; doch ſind wir überzeugt, daß es möglich wäre, auch bei dieſen Gebäuden den geſundheitlichen Verhältniſſen der Militairquartiere einen größern Antheil als bisher einzuräumen, ohne den ſtrategiſchen Zweck aus den Augen zu verlieren, welcher der weſentlichſte Punkt dieſer Anlagen iſt. —

Mehrere neuere Kaſernen ſind im Erdgeſchoß mit Steinplatten gepflaſtert worden, was aber gegen alle Geſundheitsregeln iſt; ein hölzerner Fußboden iſt durchaus erforderlich. In den Kavalleriekaſernen ſind die Stallungen meiſtens gewölbt, was auch ganz in der Ordnung iſt, damit die Dünſte aus denſelben nicht in die darüber liegenden Säle aufſteigen können; nichts deſto weniger müſſen aber auch dieſe Gewölbe oben mit hölzernen Fußböden belegt werden. —

Die Größe der Zimmer iſt nicht ohne Einfluß auf den geſundheitlichen Zuſtand einer Truppe; je größer ſie ſind, um ſo mehr wächſt die Wahrſcheinlichkeit der Krankheiten. Es gibt einige Krankheitsformen, welche manchmal epidemiſch in den Kaſernen herrſchen; es gehören dahin: die Blattern, die Ruhr, das Nervenfieber. Dieſe Krankheiten ſind nicht kontagiös, wie man es allgemein glaubt, ſie übertragen ſich aber dennoch indirekt auf gewiſſe Individuen, welche ſich in der Nähe der Kranken befinden. Um nun aber der Mittheilung dieſer Art von Krankheiten vorzubeugen, iſt es erforderlich, daß man überall kleine Säle in den Kaſernen anlegt, wie es z. B. in Frankreich der Fall iſt, wo man bei allen neuen Militairgebäuden ſorgfältig dieſe Regel im Auge behält. Uebrigens haben die kleinen Zimmer auch den Vortheil, daß ſie leichter reinlich gehalten, beſſer beaufſichtigt und eine ſtets gemäßigte Temperatur im Win-

Digitized by Google

ter erhalten können. Der Soldat lebt darin auch ruhiger und in größerer Freundschaft mit seinen Kameraden, so daß er sich wie in einem Familienkreise befindet. Es ist aber auch nicht möglich die Größe der Zimmer nach diätetischen Regeln zu bestimmen; hierbei ist vor allem die Bequemlichkeit im Verkehr, die Anzahl der Mannschaften, woraus eine Compagnie besteht, die Leichtigkeit des Dienstes mit einem Worte in Betracht zu ziehen; doch kann man es als Grundsatz annehmen, daß die Säle mit 50, 60 oder öfters mit noch mehr Betten der allgemeinen Gesundheit positiv nachtheilig sind.

Nebenlokale. Säle für die Lungenkranken. — Seit die Lungenkrankheiten in den Kasernen behandelt werden, fühlen die Militairärzte täglich das Bedürfniß eines Saales zur Aufnahme der Kranken dieser Art. Bei der bisherigen Einrichtung der Kasernen fehlt es fast in allen an Platz zur Herstellung zweckmäßiger Lokale für diesen Zweck. Der Raum für die Lungenkranken ist gewöhnlich ein kleines Unteroffizierzimmer oder irgend ein verlorner Winkel, in welchem kaum 10 Betten aufgestellt werden können, so daß der Arzt sich häufig gezwungen sieht Mannschaften in den Compagnien zu lassen, welche aber abzusondern die Klugheit gebietet. Und außerdem haben alle diese Lokale keine Einrichtung wie es ihre Bestimmung erheischt; sie sind weder mit Wasser versehen, noch sind sie hinreichend gelüftet; sie enthalten nicht einmal einen Kasten, in denen der Arzt seine Papiere, seine Instrumente, seinen Verbandapparat und seine Medikamente verschließen kann.

Die Zimmer für die Lungenkranken dienen gleichzeitig zur medicinischen Morgenvisite. So ungeeignet sie dazu auch immer sein mögen, so sind sie doch immer noch den Wachstuben vorzuziehen, wo die Visiten nach dem Reglement stattfinden sollen. Es sollten diese Räume im Erdgeschoß ihren Platz und wo möglich eine abgesonderte Lage haben, um zu verhindern, daß die gesunden Mannschaften nicht mit den Lungenkranken in Berührung kommen; auch sollten sie die gehörige Größe für 10 Mann pro Bataillon haben, und pro Mann wären 25 Kubikmeter Raum zu rechnen. Es ist erforderlich, daß für jedes solches Zimmer ein Kasten, ein Tisch, eine Bank und einige Behälter für Verbandstücke, für Aderlässe und für gewöhnliche Operazionen angeschafft werden, und außerdem muß es einen Brunnen oder ein laufendes Wasser sowohl für die Bedürfnisse bei der Morgenvisite als auch aus dem Grunde erhalten, um die Kranken, deren Uebel sich fortpflanzen könnte, zu verhindern, sich in demselben Wasser zu waschen als ihre Kameraden.

Küchen. — Wir wissen, daß der Soldat weder Feinschmecker noch Kostverächter ist; eine kräftige und hinreichende Speise ist für ihn die erste Annehmlichkeit. Es liegt aber im Geiste des Militairwesens, eine außerordentliche Reinlichkeit von ihm zu verlangen, und es darf daher auch mit den Küchen in dieser Beziehung keine Ausnahme gemacht werden. Um sie aber in Bezug auf Reinlichkeit mit den übrigen Gegenständen des Soldatenlebens in Niveau zu setzen, sollte man sie mit etwas mehr Luxus erbauen; sie sollten plafonnirt, gut angestrichen und mit glatten Steinplatten belegt sein, damit das Wasser schnell ablaufe; auch sollten sie laufendes Wasser oder einen Brunnen, so wie mehrere andere mit der größten Sorgfalt behandelten Utensilien enthalten.

Es ließen sich noch eine Menge von Bemerkungen über die Speisen der Truppe, über ihre Zubereitung, über die Vertheilungsstunden u. s. w. machen, doch gehören dieselben nicht hierher und kommen nur der Verwaltung zu.

Polizei- und Arrestzimmer. — Man hat früher fast allgemein die üble Sitte beibehalten, das finsterste und ungesundeste Loch einer Kaserne als Arrest zu verwenden. In allen diesen Polizeizimmern ist die Luft im höchsten Grade verdorben, was eines Theils in dem gänzlichen Mangel einer Ventilazion und anderntheils in der schädlichen Ausdünstung der Tonne seinen Grund hat, welche als Urinplatz und als Abtritt dient. Heutigen Tages, wo man es einsehen gelernt hat, daß eine Bestrafung nicht auf Kosten der Gesundheit eines Schuldigen stattfinden kann, sollte man alle solche Fehler bei dem Bau vermeiden. Jedes Polizeizimmer soll sehr trocken sein und eine mäßige Beleuchtung haben; die Abtritte darin sollten die Form eines Schilderhauses erhalten und außer dem Zimmer liegen, so daß der Unrath in ein äußeres Reservoir fallen kann. Diese Art von Abtritt, die man in vielen alten Forts und Schlössern findet, veranlaßt keinen Geruch, auch wird dabei nicht irgend eine Sorgfalt oder Beaufsichtigung erfordert, denn die Flucht des Sträflings kann dadurch nicht befördert werden, wenn nämlich diese Abtrittshäuschen fest genug erbaut sind.

Digitized by Google

In gewissen alten Kasernen, welche der Verbesserungskosten nicht werth sind, oder in solchen, wo keine Veränderungen eingeführt werden können, sollte man Wannenabtritte von Zink anbringen, in die man alle Abend einige Hände voll Ofenruß hineinwirft. Diese Kohle hat die Eigenschaft die Gase zu absorbiren und die Stoffe sofort zu desinficiren.

Wachtstuben. — Sie sind im Allgemeinen für ihre Bestimmung hinreichend, doch ist in der Regel ihre Beheizung sehr fehlerhaft. So oft wir im Winter die Wachtstuben besuchten, fanden wir die Mannschaften um einen glühenden Ofen sitzen, dessen Strahlung so lebhaft war, daß alle Gesichter erglühten und die Augen roth und unruhig waren. Wird nun diese durch eine sehr lebhafte Hitze veranlaßte Aufregung plötzlich durch eine starke Kälte bei der Ablösung ersetzt, so ist dieser Uebelstand einer der häufigsten Ursachen jener fürchterlichen Augenkrankheiten, durch welche das Gesicht binnen wenigen Stunden verloren geht, und wodurch dem Staate sehr viel Invaliden gemacht werden.

Man könnte diesem so gefährlichen Ausstrahlen dadurch entgegen wirken, daß man den Ofen mit einem blechernen Mantel umgibt, von welchem wir in den Paragraphen über Heizung und Beleuchtung sprachen, und außerdem sollte man einige Ventilatoren anlegen, um es zu verhindern, daß diese Räume eine zu hohe Temperatur erhalten.

Da in unserm Klima, selbst in der heißesten Zeit des Jahres, gegen 3 oder 4 Uhr Morgens eine sehr merkliche Abnahme der Temperatur und ein Nebel stattfindet, der um so stärker ist, als die Hitze am vergangenen Tage stark war, so muß der Gebrauch des Kapots für die Schildwache beinahe in jeder Jahreszeit vorgeschrieben werden, damit die Ablösenden Gebrauch davon machen können, wie sie das Bedürfniß dazu fühlen.

Abtritte, Urinplätze. — Es dürfte wohl unnütz sein den bisherigen Zustand der Abtritte zu beschreiben, um den Beweis zu liefern, wie viel sie noch in jeder Beziehung zu wünschen übrig lassen. Jeder Militair weiß, was er davon zu halten hat.

Die Abtritte sind zuvörderst durch ihre unzulängliche Anzahl ein Uebelstand; in einer Kaserne, in welcher 2 Bataillone lagen, waren die Abtrittsitze kaum geräumig genug für 6 oder 7 Soldaten zu gleicher Zeit. Nun ist es aber bekannt, daß an gewissen Stunden des Tages eine große Anzahl dieser Bevölkerung diesem Ort zuläuft, und es geschieht dann, was unmöglich zu verhindern ist, daß der ganze Boden der Abtritte, die Winkel und ihre nächsten Umgebungen zugleich beschmutzt werden und daß dadurch die Soldaten widrige Gewohnheiten annehmen. Diese Unzulänglichkeit besteht überall, selbst in den neu erbauten Kasernen.

Es ist daher nothwendig die Anzahl der Abtritte oder Abtrittsitze für eine gewisse Mannschaft zu ermitteln und solche demgemäß anzulegen; fünf Spiegel pro 100 Mann dürfte ein Minimum sein, unter das man nicht hinuntergehen sollte.

Wahrscheinlich liegt die Zeit nicht fern, in welcher sich in allen Garnisonen Leute finden werden, welche entweder die Desinfekzion des Unrathes in den Abtrittsgruben oder ihre Ausleerung durch ein Verfahren übernehmen, wodurch die Entwicklung der Gase verhindert wird. In Paris, in Brüssel und vielen andern Orten bestehen schon seit längerer Zeit Gesellschaften welche diesen Zweck verfolgen und dadurch sehr viele Vortheile genießen. Die Vortheile, die dadurch sowohl den Bewohnern als dem Ackerbau erwachsen, liegen zu sehr auf der Hand, als daß sich dieser Gebrauch nicht schnell verbreiten sollte. Ob aber die jetzige Methode noch ferner aufrecht erhalten oder ob jenes neue Verfahren in Kraft treten wird, immerhin wird es nothwendig sein, zwei wesentliche Punkte bei dem Bau der Abritte im Auge zu behalten, welche darin bestehen, daß die Grube mit Sorgfalt und mit Materialien gemauert wird, durch welche keine Stoffe in die Mauern oder in den Boden eindringen können; ein Uebelstand, den man nur zu häufig antrifft und welcher Ausdünstungen hervorbringt, die durch nichts beseitigt werden können. Der zweite Punkt ist, daß die Spiegel so angelegt werden wie in den Privathäusern, denn jene offenen Sitze, wie sie jetzt in den Kasernen üblich sind, befördern das Aufsteigen der Gase, die sich sonach leicht in alle Umgebungen ausbreiten. Indem man geräumigere, in der Etage höhere und gut ventilirte Abtritte mit Sitzen von sehr starkem Eichenholz anlegt und den Verkehr auf denselben an gewissen Stunden des Tages beaufsichtigt, wird es nicht mehr schwer sein die Reinlichkeit in diesen Abtritten eben so gut aufrecht zu erhalten als in den Privatgebäuden.

Wenn sich irgend eine Feuerung in der Nähe der

Digitized by Google

Abtritte befindet, ſo ſollte man dieſelbe benützen und an deren Schornſtein ein Lüftungsrohr legen, das von dem obern Theil der Grube ausgeht. Man befördert dadurch das Entweichen der Gaſe und gibt ihnen einen Abzug durch das Dach ins Freie. Dieſes Verfahren erſetzt die Desinficirung der Abtrittsgruben durch Kohle oder Eiſenoxydhydrat oder durch jedes andere abſorbirende Mittel.

Die großen Abtritte dürfen unter keinen Umſtänden auf den Korridoren oder überhaupt im Innern der Gebäude angelegt werden, welche zur Wohnung der Truppe dienen; ſie müſſen ganz im Freien und in einem gewiſſen Abſtande von den Gebäuden ihren Platz erhalten. Vorzugsweiſe ſoll man ihnen die Lage nordwärts von den letzteren und folglich hinter denſelben geben, wenn ihre Faßaden nach Süden oder Oſten gerichtet ſind, wie weiter oben bemerkt wurde. In einer großen neuen Kaſerne hatte man dieſe Regel nicht beobachtet und die Abtritte unter die Haupttreppe gelegt, wo ſie unerträgliche Gerüche verbreiteten, die ſich in alle Räume des Gebäudes zogen. Die Folge davon war, daß ſie beſeitigt werden mußten.

Auf der andern Seite iſt es aber auch nothwendig, den Soldaten nicht der Nothwendigkeit auszuſetzen, über den Hof zu gehen und den Unbilden der ſchlechten Witterung Preis gegeben zu ſein, wenn er in der Nacht ein natürliches Bedürfniß fühlt. Es iſt begreiflich, daß hierdurch um ſo eher Krankheiten entſtehen müſſen als der Soldat in der Regel wenig um ſeine Geſundheit beſorgt iſt und ſich in ſolchem vorkommenden Falle nur unvollſtändig bedeckt.

Um nun Erkältungen dieſer Art zu vermeiden, iſt es zweckmäßig in den Veſtibulen jeder Etage und jedes Gebäudeflügels Nebenabtritte ohne Senkgruben anzuordnen, wo der Unrath in tragbare Behälter fällt, welche am Morgen geleert werden. Dieſe Abtritte werden nur des Nachts geöffnet und verurſachen keinen Geruch.

In Kaſernen mit Korridoren nach der ganzen Länge des Gebäudes wäre es möglich die großen Abtritte zu iſoliren und ſie alſo auch für die Nothwendigkeit geeignet zu machen, ohne daß die Mannſchaften nöthig hatten über den Hof zu gehen. Sie müßten dann an den Ecken des Gebäudes und zwar $3^m 0$ oder $4^m 0$ außerhalb deſſelben liegen, wie wir es z. B. bei dem Militairſpital in Antwerpen geſehen. Dieſe Abtritte ſind kleine ſeparirte Gebäude von 2 Etagen, welche mit den korreſpondirenden Etagen der Krankenſäle durch ſchmale und gut gelüftete Korridore in Verbindung ſtehen. Gibt man dieſen Abtritten noch eine Lüftungsceſſe, ſo werden ſie allen Anforderungen der Geſundheit entſprechen. Die Nothwendigkeit eines Korridors aber, der mit den verſchiedenen Zimmern in Verbindung ſteht, und die Unregelmäßigkeit in der Anlage der meiſten Kaſernen verlangen es, daß man faſt überall die großen Abtritte vollſtändig iſoliren und Nebenabtritte für die Nacht anlegen muß, wenn man dieſe Gebäude in dieſer Beziehung verbeſſern will.

Dieſe Urinplätze, welche man für die Nacht in den Veſtibulen anordnet, müſſen von Zink oder von getheertem Blech ſein, denn die von Holz angefertigten nehmen die Ammoniakgaſe zu leicht auf und verbreiten ſtets einen ſtarken Geruch. Die großen Urinplätze für den täglichen Gebrauch müſſen mit den Abtritten zuſammenhängen und ſowohl wegen der Feſtigkeit als auch zur Vermeidung des Anhängens der Urinſalze und folglich wegen der Ausbreitung fortwährender Gerüche von Hauſtein ausgeführt ſein. —

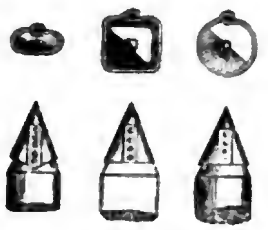
Wir ſchließen nun mit der Angabe der allgemeinen Regeln, welche bei dem Bau der Kaſernen zu beobachten ſind. Es ließen ſich denſelben noch viele andere untergeordnetere Betrachtungen anſchließen, doch dürften die vorſtehenden für unſern Zweck hinreichend ſein. Wir haben es verſucht gewiſſe Angaben, welche als unumſtößliche Regeln angenommen werden ſollten, ſo viel als möglich durch Ziffern feſtzuſtellen, denn es iſt bei ſolchen Dingen die erſte Bedingung, gewiſſe Anhaltspunkte zu haben. Iſt der Umfang einer Kaſerne und das Volum der Athmungsſphäre der Mannſchaften beſtimmt, iſt die Lage, die Anzahl der Etagen, der Brunnen, der Treppen, der Abtritte u. ſ. w. wohl erwogen und als feſte Regel feſtgeſtellt, ſo wird der Entwurf des Gebäudes viel einfacher und Mängel werden beinahe zur Unmöglichkeit. Indeſſen gibt es noch Erwägungen von minderer Bedeutung, über die wir uns hier nicht ausgeſprochen haben, da ſie den Beiſtand des Arztes verlangen. Es ſollten daher bei den baulichen Angelegenheiten der Kaſernen ſtets der Kommandant der Truppen, der Ingenieur und der Arzt zuſammentreten, um unter ſich den Zuſtand der Gebäude zu berathen, damit den Anforderungen der Baukunſt, des militairiſchen Dienſtes und des allgemeinen Geſundheitszuſtandes entſprochen werde. Um den Zu-

Digitized by Google

ſtand der Wohnungen des Soldaten in allen Garniſonen zu verbeſſern, ſollte eine Kommiſſion von ſachverſtändigen Männern zuſammengeſtellt werden, welche die Anzahl und die Räumlichkeit der Kaſernen einer jeden Stadt nach dem Effektivbeſtand ihrer Garniſon zu beſtimmen hätte, welche ferner diejenigen Gebäude bezeichnen müßte, die wegen der Unmöglichkeit, ſie in guten geſundheitlichen Zuſtand zu ſetzen, aufzugeben wären, und welche endlich die Mittel angäbe, wie diejenigen Lokalitäten, die noch einer Verbeſſerung fähig ſind, ſo bewohnbar gemacht werden könnten, daß ſich der Soldat des beſten Wohlſeins zu erfreuen hätte. Iſt einmal ein allgemeines Geſetz für die Kaſernirung in einem Lande angenommen, ſo hat die Regierung die Gemeinden zu veranlaſſen, die von ihnen abhängigen Kaſernen den beſtehenden Vorſchriften gemäß einzurichten und zu verbeſſern; bei ihren eigenen Kaſernen aber müßte die Landesregierung den Anfang machen; ſie ſollte keinen Entwurf eher zur Ausführung bringen, als bis derſelbe von kompetenten Männern geprüft und gutgeheißen worden; ſie ſollte alljährlich einen Theil der erforderlichen Bauten ausführen laſſen und mit den nothwendigſten den Anfang machen, und in weniger als 10 Jahren wird dann das Kaſernirungsſyſtem von der Art ſein, daß es allen Anforderungen der Geſundheit und der Bequemlichkeit, die man daran ſtellen kann, gehörig entſpricht. —

Pfahlſchuhe von Eiſenblech.

Die bisher angewendeten Mittel zum Beſchlagen der einzurammenden hölzernen Pfähle mit eiſernen Schuhen haben mehr oder minder Mangelhaftes. Wenn bei den Schuhen mit Lappen die Enden der letztern unter ſich nicht in gehörige Verbindung gebracht werden, und der Pfahl ſtößt beim Einrammen auf ein Hinderniß, ſo legt ſich deſſen Spitze nach innen um und zerbricht die Fibern des Holzes an dieſer Stelle; bei den fortwährenden Schlägen des Rammblocks ſtaucht ſich die Spitze und zerſplittert; der Pfahl dringt nicht mehr ein, ſelbſt bevor er die feſte Erdſchicht erreicht hat, und daraus entſtehen ſo oft ſehr viele Nachtheile; man glaubt die Pfähle, wenn ſie nicht mehr ziehen wollen, gehörig eingeſchlagen zu haben und iſt in der Folge erſtaunt, daß ſie unter der Belaſtung, die darauf geſetzt wird, nachgeben. Man hat auch den Verſuch mit gußeiſernen Schuhen gemacht, doch widerſtehen dieſelben beim Anſtoß mit einem feſten Körper nicht, ſondern zerbrechen, und es entſtehen dann dieſelben Uebelſtände wie bei den Lappenſchuhen. Mit blechernen Schuhen verfährt man beſſer, denn das den äußern Theil der Pfahlſpitze umſchließende Blech verbindet die Holzfibern auf kräftige Weiſe und zwar um ſo mehr, als die Dichtigkeit des Terrains größer wird. Die Spitze eines auf ſolche Art armirten Pfahles bietet dem Boden eine ebene und glatte Fläche, wodurch das Eindringen erleichtert und das Einrammen der Pfähle ſchneller ausgeführt wird; der Schuh kann ſich von der Spitze trotz der ſich entgegenſtellenden Hinderniſſe nicht trennen und der Pfahl dringt bis zur feſten Erdſchicht ein. Dieſe Schuhe werden von 2 oder 3 Millimeter ſtarkem Blech angefertigt; zwei Millimeter für ſchwächere, drei Millimeter für ſtarke Pfähle. Damit die Verbindung keinen ſchwachen Punkt darbietet, werden die Blechränder umgebogen, gefalzt und vernietet, wodurch ſich eine ſehr widerſtandsfähige Nath bildet; die ganze Stärke an dieſer Stelle iſt von vier Blättern gebildet, und es iſt daher unmöglich, wenn ein Bruch vorkommen ſollte, daß er hier ſtattfindet. Die Spitze beſteht aus einem vollen Kern von 10 Centimeter, der mit dem Bleche verſchweißt wird. Die Schuhe erhalten, je nach ihrer Beſtimmung und nach dem Terrain, verſchiedene Formen, wie aus nachſtehenden Figuren hervorgeht.



Die erſten beiden Figuren gehören einer kegelförmigen Spitze an; die beiden mittleren einer ſich pyramidaliſch endenden Spitze, und die beiden letzten ſtellen den Schuh für einen Spundpfahl dar. In der mittlern Figur bemerkt man, daß die Kanten der pyramidaliſchen Spitze abgerundet ſind, und bei der letzen Fig. für die Spundpfähle iſt der Schuh durch zwei Kreisbogen abgeſchloſſen; eine Methode, bei welcher das Blech ſeine ganze Kraft beibehält, um den Preſſungen beim Einrammen Widerſtand leiſten zu können. Der Preis für dieſe blechernen Schuhe ſtellt ſich noch geringer heraus als für eiſerne Lappenſchuhe.

Digitized by Google

Die neuen Eisen-Hüttenwerksanlagen in Ruhrort (Rheinpreußen) *).

(Mit Zeichnungen auf Seite 25 u. 27.)

Dieſes neue großartige Etabliſſement gehört der Phönix-Geſellſchaft und iſt erſt in der Entwicklung begriffen.

Von den 12 projektirten Hochöfen ſind erſt 3 fertig, 2 andere im Baue; davon je 3 an einer gemeinſchaftlichen Gußhütte, deren Dächer aus gerippten Blechen im Bogen nach aaa (S. 25) konſtruirt ſind; das mittlere derſelben ruht auf Säulen, während die Schließen ccc die Dächer vor Verſchiebung hindern.

Eigenthümlich iſt die äußere Form und der Mantel bei den Hochöfen, der aus Keſſelblech mit 8 bis zur Gicht laufenden Rippen r ausgeführt iſt, welche einen leeren Raum ſowohl für Kompenſazion der Ausdehnung, als auch zur Austrocknung abgeben. In e iſt der Raum für den Gichtaufzug und für die Stiege; jedoch iſt erſterer, ein Paternoſteraufzug, aufgegeben und durch einen Aufzug f mit Waſſertonne als Gegengewicht erſetzt worden; g iſt das Maſchinenhaus mit 4 liegenden Schubergebläſen, jedes ſelbſtändig mit einem Schwungrade verſehen, von denen ein jedes zum Betriebe eines Hochofens ausreicht. Sie wechſeln 26mal in einer Minute, ſind ungefähr 4 Fuß im Durchmeſſer des Cylinders und haben einen Hub von kaum 3½ Fuß; h iſt der Raum für Dampfpumpen und Brunnen; i ſind 12 Dampfkeſſel mit Separatfeuerung, obwohl auch die abgehende Wärme bei den Coaksöfen zur Dampfentwicklung für den Betrieb der Gebläſe benützt wird.

Hinter dieſen Keſſeln ſtehen die Erz- und Coaksplätze, erſtere durch eine Lokomotivbahn mit dem in der Nähe befindlichen Bahnhofe in Verbindung; dagegen kommuniciren letztere durch gewöhnliche kleine Bahnen mit dem Gichtenaufzuge der Gußhütte, dem Schlackenſturzplatze und dem Puddlingswerke.

Dieſe Anlage liefert das Material als weißes Roheiſen für die neben befindliche Puddlingshütte ausſchließlich zur Rails-Erzeugung.

Das Puddlingswerk in Ruhrort iſt eine ſehr regelmäßige neue Anlage, wovon ein beiläufiges Bild die Skizze auf Seite 27 abgeben kann.

Unter den auf gußeiſernen Säulen geſtellten Ziegeldächern befinden ſich nach den beſchriebenen Räumen Oefen und Maſchinen ſehr zweckmäßig vertheilt. Je acht Oefen münden in eine gemeinſchaftliche, 70' bis 75' hohe Eſſe l von Blech, die mit ordinairen Ziegeln 5" ſtark gefüttert iſt; je zwei Oefen geben ihre Ueberhitze an einen Keſſel zur Dampferzeugung ab, der über der Hüttenſohle ſteht und einmal von der Flamme umſpielt wird. Der Aſchenfall eines jeden Ofens mündet unterirdiſch in einen Kanal, aus dem die Entfernung der Abfälle beſorgt wird.

Die Walzwerke haben ſehr ſtarke direkt wirkende Maſchinen, und zum Luppendrücken ſteht außer den gewöhnlichen mit den Walzwerken verbundenen Quetſchen auch eine Brown'ſche Luppenzänge-Maſchine in Verbindung, wie ſie in Dingler's Journal (Band 125, Seite 173) mitgetheilt iſt.

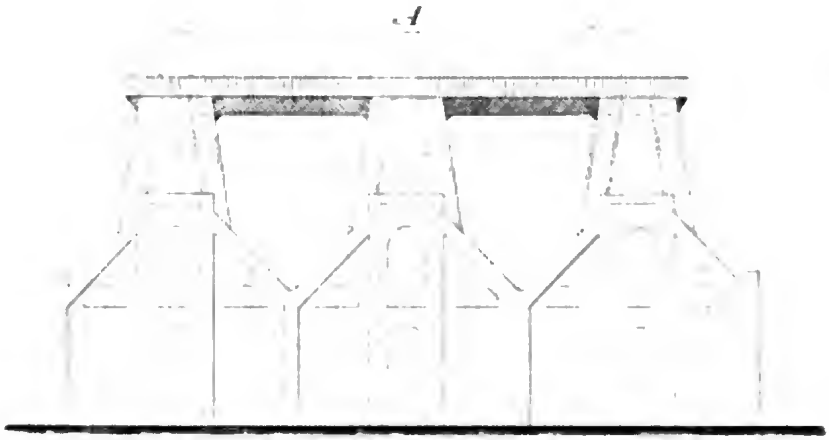
Eine ſolche Zängemaſchine iſt auch in dem Eiſenwerke zu Valenciennes im Bau begriffen; ſie ſcheint jedoch hier nicht vollkommen ihre Dienſte zu leiſten, weil die damit gezängten Luppen noch unter der Quetſche behandelt wurden, bevor ſie ausgewalzt werden konnten.

Die Rails-Erzeugung iſt ſehr vollkommen; es werden 5 Paquete in einen Schweißofen mit 2 Thüren für eine Charge eingeſetzt und mit einer Hitze durch 9 Kaliber ausgewalzt. Die abgeſchnittenen Enden der Schienen werden rothglühend ſofort zu leicht paquetirbaren Stäben ausgewalzt in einem für dieſen Zweck allein beſtimmten und nebenſtehenden Walzwerke.

Die Rails-Walzen werden ſtark mit Waſſer gekühlt und beim Eingeben des Paquets in dieſelben wird durch Anſtoßen mit dem Wagen nachgeholfen.

*) Aus dem amtlichen Reiſeberichte des Hrn. Schliwa, k. k. Hüttenverwalters in Neuberg.

Digitized by Google



Hochofenanlage bei Kuhrort

A. Ansicht der Hochöfen

B Dächer aus gerippten Blech

C. Erz und Cooksplatz

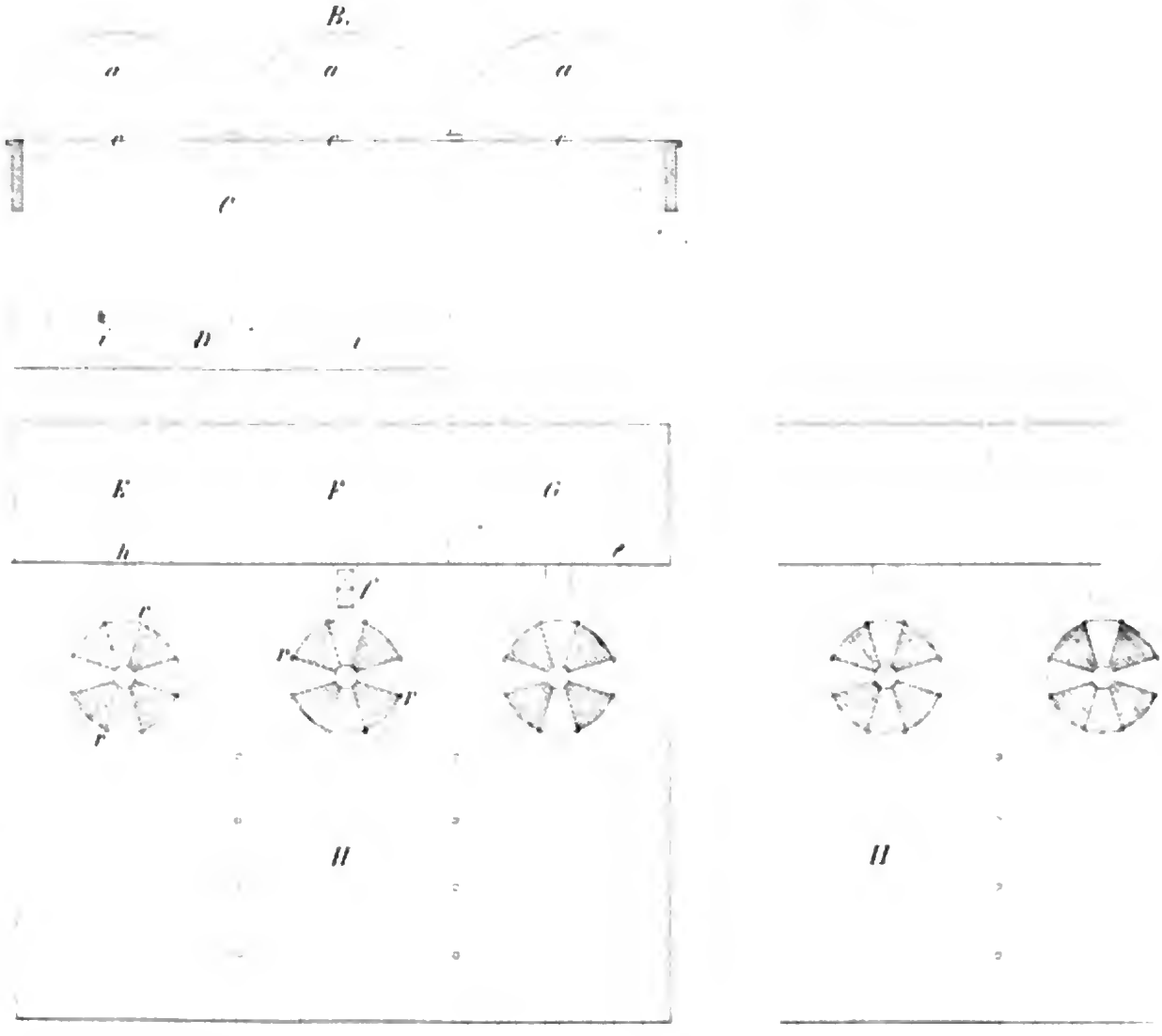
D 12 Dampfkessel mit Separatfeuerung

E Wasserreservoir u. Brunnen

F. Maschinenhaus

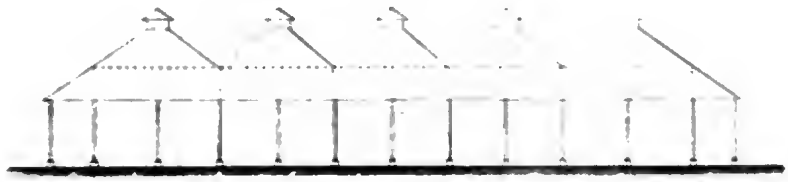
G Gichtaufzug u. Stiege

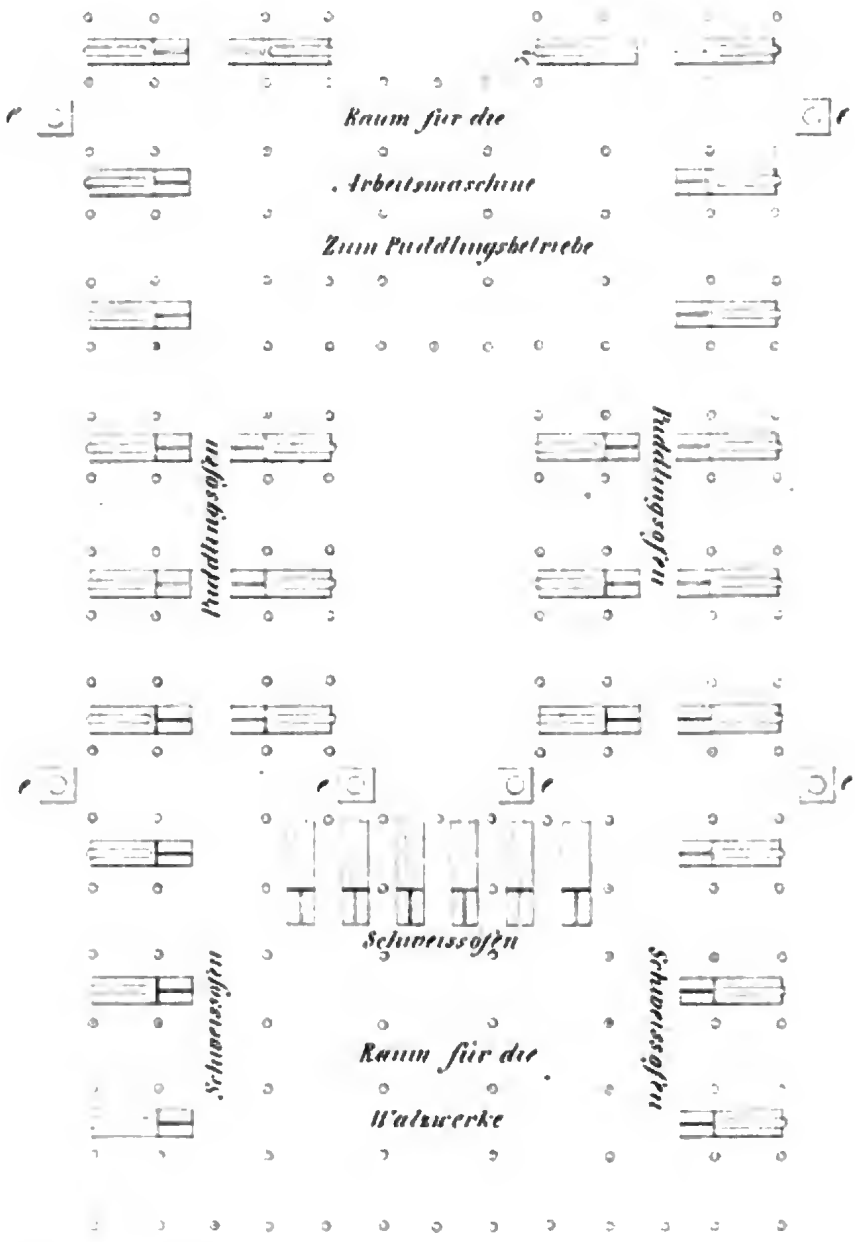
H Gusshütte



Digitized by Google

Das Puddlingswerk in Ruhrort





Beſchreibung der neuen Papierfabrik des Hrn. F. Flinſch zu Freiburg im Breisgau.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 82—88.)

Der immer wachſende Bedarf an Papier hat aller Orten zur Verbeſſerung der Einrichtung alter und zur Erbauung ganz neuer Papierfabriken geführt; unter dieſen nimmt unſtreitig die von Herrn Flinſch im Jahre 1852 zu Freiburg im Breisgau erbaute den erſten Rang ein.

Vieljährige Erfahrungen in eigenen Fabriken und ausgedehnte Verbindungen mit den bedeutendſten Papierfabriken in ganz Deutſchland ſetzten Hrn. Flinſch in den Stand, für die Einrichtung derſelben das Programm in der Weiſe feſtzuſtellen, wie es die Bedürfniſſe eines razionellen Betriebes erfordern. Mit richtigem Takt wußte er den rechten Weg zur Ausführung ſeines Planes zu finden, um dieſe ſolchen Männern anzuvertrauen, deren praktiſche Erfahrung das Gelingen des ganzen Unternehmens vollſtändig ſicherten.

Herr Flinſch übertrug der Maſchinenfabrik Karlsruhe, die zu jener Zeit noch unter der Leitung des Hrn. Emil v. Keßler ſtand, die Ausführung der ganzen mechaniſchen Einrichtung der Fabrik mit Ausnahme der Papiermaſchine, die in dem berühmten Atelier der Hrn. Eſcher Wyß & C. in Zürich beſtellt wurde.

Der damalige Conſtructeur der Maſchinenfabrik Karlsruhe, Hr. Moritz Schröter, entwarf nach dem ihm vorgelegten Programm den Dispoſizionsplan für ſämmtliche Arbeitsräume und für die ganze Betriebseinrichtung des Gebäudes, das Gebäude aber wurde nach den Bauplänen des Herrn Architekten F. Schneider in Freiburg von dieſem ausgeführt.

An dem Gewerbekanal, der von dem Fluſſe Dreiſam den Waſſerwerken der Stadt Freiburg das erforderliche Betriebswaſſer zuführt, beſitzt Herr Flinſch ſeit dem Jahre 1844 eine Papierfabrik, die er nach und nach ſo erweiterte, als es die disponible Waſſerkraft erlaubte. Unmittelbar oberhalb dieſer Fabrik befanden ſich zwei Hammerſchmieden, die Hr. Flinſch käuflich an ſich brachte und durch Vereinigung der beiden Gefälle die für den Betrieb einer neuen Papierfabrik erforderliche Betriebskraft gewann.

Das nutzbare Gefälle beträgt 2^m500, die disponible Waſſermenge im Mittel 2·42 Kub.-Meter pro Sekunde, demnach die nutzbare Waſſerkraft circa 65 Pferde, welche als genügend gefunden wurde, um 9 Holländer ſammt den nöthigen Hülfsmaſchinen und eine Papiermaſchine von der größten Breite gehörig zu betreiben.

Die Niveauverhältniſſe des Terrains führten zu der Vereinigung ſämmtlicher Arbeitsräume in einem einzigen Gebäude, welches parallel mit der längs dem Gewerbekanal führenden Straße angelegt wurde (Blatt 82). Den drei Hauptſtadien der Fabrikazion entſprechend iſt das Gebäude in 3 Theilen angelegt, die bis unter das Dach voneinander durch Mauern getrennt, unter einander aber durch Gänge verbunden ſind und ſo ein Ganzes bilden, in welchem die Aufſicht ſehr leicht zu führen iſt, indem die Arbeiter der einzelnen Abtheilungen nicht unbemerkt miteinander kommuniciren können, denn jede Abtheilung hat ihren eigenen Ausgang, Stiege und Abtritt.

Der öſtliche Flügel, zwei Stockwerke hoch, 39^m9 lang und 16^m5 breit, enthält ſämmtliche Räume, die zur Vorbereitung und Aufbewahrung der Hadern erforderlich ſind.

Der Mittelbau, drei Stockwerke hoch, 31^m2 lang und 17^m4 breit, enthält die Maſchinen, mittelſt welcher die Hadern in breiartigen Stoff verwandelt werden, und gleichzeitig auch die Räume zur Aufbewahrung dieſes Halbfabrikats; in dem letzten Stocke ſind Wohnungen angelegt für verheiratete Arbeiter.

Der weſtliche Flügel, zwei Stockwerke hoch, 39^m9 lang und 16^m5 breit, enthält die Maſchine, auf der das Papier gemacht, und die Räume, in denen demſelben die letzte Appretur gegeben wird.

Der ganze Bau hat ſomit eine Länge von 111^m; er iſt ganz von Bruchſtein aufgeführt; Sockel, Thür- und Fenſtergewände ſind von rothem Sandſtein, und das Dach iſt mit blauem Schiefer eingedeckt.

Die große Ausdehnung des Gebäudes, welches in allen ſeinen Theilen ſehr ſchöne Verhältniſſe beſitzt und mit entſprechender Sorgfalt ausgeführt iſt, bietet einen eben ſo impoſanten als gefälligen Anblick, ohne den Charakter eines Fabriksgebäudes zu verläugnen.

Digitized by Google

An den Mittelbau ſchließt ſich auf der nördlichen Seite das Turbinenhaus an, und auf der ſüdlichen Seite liegt in einem terraſſenartigen Anbau der Dampfkeſſel und eine kleine Holzremiſe.

Wir beginnen nun zunächſt mit der Beſchreibung des Waſſer- und Kanalbaues.

Der Kanal wurde in die Richtung des beſtehenden Gewerbekanals gelegt, der Boden des obern Kanals von Eichenholz und die Seitenwandung von ſtarken Steinplatten ausgeführt, um einerſeits möglichſt wenig Platz und Licht für den öſtlichen Flügel des Gebäudes zu verlieren, anderſeits aber auch, um alle Reparaturen zu vermeiden, die nicht leicht ohne Störung ſämmtlicher an dem Kanale gelegenen Werke vorgenommen werden können. Wie aus den Zeichnungen (Blatt 86 u. 87) zu erſehen, ruhen auf den Fundamentmauern die Bodenhölzer; in gleicher Höhe beginnt der Sockel von Quadern, auf welchem die Steinplatten aufſitzen, die durch einzelne Pfeiler verſtärkt, oben aber durch Deckplatten untereinander verbunden ſind. Der waſſerdichte Verſchluß der vertikalen Fugen iſt durch eiſerne Federn hergeſtellt, die mit Cement umgoſſen wurden. Die Steinplatten ſind auf ihre halbe Dicke in den Sockel eingelaſſen und die Fugen mit Cement ausgegoſſen. — Die Konſtrukzion und die Ausführung haben ſich als vollkommen entſprechend bewährt. —

Der Untergraben iſt mit einfachen Böſchungen von trockenem Steinmauerwerk verſehen und nur in der Nähe der Turbinen iſt der Boden gedielt. Die geſammte vorhandene Waſſerkraft wird mittelſt dreier Turbinen benützt, von denen zwei nach Jonval'ſchem Syſtem für den Betrieb der 9 Holländer, des Aufzuges, der Zeugfänger, Waſſerpumpe, Lumpenſtäuber und Lumpenwaſchmaſchine, der Satinirwalzen und der mechaniſchen Werkſtätte beſtimmt ſind; die dritte nach Fourneyron'ſchem Syſtem mit umgekehrter Aufſtellung, bei welcher alſo das Waſſer von unten eintritt, treibt die Papiermaſchine, die dazu gehörenden drei Rührbütten und die Speiſepumpe für den Dampfkeſſel.

Die Turbinenkammern der zwei Holländerturbinen liegen unmittelbar an der Hauptmauer des Mittelbaues und ſind ganz von Quadern ausgeführt (Blatt 87 vv). Dieſe tragen ein ſtarkes Gebälke von Eichenholz, auf welchem der Turbinenmantel aufgeſchraubt iſt und welches gleichzeitig den Boden des Waſſerkaſtens bildet; die Seitenwände dieſes Kaſtens beſtehen aus eichenen Dielen von 10 Centimet. Dicke, die mit Feder und Nuth zuſammengefügt und mit durchgehenden ſtarken Schrauben untereinander und mit dem Bodengebälk feſt verbunden ſind.

Die beiden Turbinenkammern ſind durch eine Quaderwand in ihrer ganzen Höhe voneinander getrennt und haben für das Ober- und Unterwaſſer eine Schütze, damit man jede Turbine für ſich ganz trocken legen kann. Das Turbinenhaus iſt in der Höhe des Fußbodens ein Holländerſaal mit einem Aſphaltdach gedeckt (Blatt 87), welches das Getriebe für ſämmtliche Schützenzüge trägt.

Dieſes iſt ſo eingerichtet, daß man vom Holländerſaal aus den Gang der Turbinen nach Bedarf reguliren kann.

Die zwei Turbinen treiben direkt mittelſt Winkelrädern zwei horizontale Wellen (1, 2, Blatt 87), von denen jede mittelſt Stirnräder (4 und 5) vier Holländer (6 und 7) in Bewegung ſetzt; dieſe beiden Wellen ſind durch eine nach der Länge des Gebäudes laufende Welle verbunden (3), ſo daß der Kraftüberſchuß von einer der Hauptwellen auf die andere übertragen werden kann; dieſe Verbindungswelle iſt nach beiden Flügeln verlängert und treibt auf einer Seite die Waſſerpumpe, Satinirpreſſe und die mechaniſche Werkſtätte, auf der anderen Seite den Aufzug, den Lumpenſtäuber und die Lumpenwaſchmaſchine. —

Die Turbine für den Betrieb der Papiermaſchine (1, Blatt 88) iſt in das Gebäude und zwar in eine Ecke des Büttenſaales verlegt; das Waſſer wird ihr vom Gerinne (3) aus durch ein eiſernes Rohr (2) zugeführt, welches ſeitlich in das Turbinenrohr einmündet. Das Waſſer tritt von unten in das Turbinenrad und ſeitlich aus demſelben, durch welche Anordnung nicht nur die Transmiſſion ſehr vereinfacht wird, ſondern auch alle Theile der Turbine, die einer Beaufſichtigung bedürfen, über den Waſſerſpiegel zu liegen kommen und ſomit ſehr leicht zugänglich ſind. Durch einen gewölbten Kanal (4) ſteht die Turbinenkammer mit dem Untergraben in Verbindung, von welchem ſie nöthigenfalls durch eine Nothſchütze abgeſperrt werden kann.

Die ringförmige Schütze, mittelſt welcher man den Gang der Turbine regulirt, kann von dem Ma-

Digitized by Google

ſchinenſaal aus durch eine unter dem Boden fortlaufende Zugſtange bewegt werden.

Die Turbine treibt mittelſt ein Paar Winkelräder eine kurze Welle (5), von welcher durch Stirnräder die liegende Welle (6) in Bewegung geſetzt wird, die, durch den Büttenſaal nach dem Maſchinenſaal fortgeleitet, zunächſt den drei Rührbütten (7), der Speiſepumpe des Dampfkeſſels und dann der Papiermaſchine die Bewegung mittheilt.

Wir gehen nun zur Beſchreibung der Arbeitslokale über.

Der öſtliche Flügel enthält an der Südſeite, die dem ſchwerſten Fuhrwerk leicht zugänglich iſt, ein großes Magazin für rohe Hadern, wie ſie von den Haderhändlern geliefert werden; es iſt 21m6 lang, 6m6 breit und faßt ungefähr 2000 Zoll-Centner Hadern. Dies Magazin ſtößt unmittelbar an den Sortirſaal, in welchem die Hadern von Hand zerriſſen, von den Näthen befreit, theilweiſe gereinigt und nach dem Grad der Feinheit ſortirt werden. Der Saal iſt 22m8 lang, 8m4 breit, und es ſind ungefähr 40 Frauen und Mädchen darin beſchäftigt.

Der Kniеſtock und die Dachböden dieſes Flügels (Blatt 84) dienen zur Magazinirung der ſortirten Hadern, welche in Bütten hinaufgetragen und daſelbſt in großen durch Bretter und Latten gebildeten Verſchlägen i aufbewahrt werden. Sämmtliche Räume faſſen bei einem Flächeninhalt von 43 Quadratmeter circa 2000 Zoll-Centner Hadern.

Am Ende des Kniеſtockes (Blatt 86) iſt in einem leichten Verſchlag (5) der Lumpenſtäuber aufgeſtellt, mittelſt welchem die ſortirten Hadern unmittelbar vor ihrer weiteren Bearbeitung vom Staube befreit werden.

Der Lumpenſtäuber beſteht aus einer horizontal befeſtigten hohlen Drahtſiebtrommel von der Form eines abgeſtumpften Kegels, deſſen innere Fläche ganz glatt iſt; die hölzerne Achſe deſſelben iſt mit einzelnen Armen verſehen, welche bei der Umdrehung der erſteren die an der kleineren Mündung der Trommel hineingeworfenen Hadern erfaſſen, ſie in die Höhe heben und gegen die Umhüllung werfen, gleichzeitig aber gegen die weitere Mündung fortſchieben. Der Staub und die Unreinigkeiten fallen durch die Maſchen des Siebes in den die Trommel umſchließenden Kaſten.

Der Lumpenſtäuber ſteht unmittelbar neben der durchgehenden Umgrenzungsmauer der Lumpenküche, in welche die geſtäubten Hadern durch einen hölzernen Schlauch (4) auf den Arbeitsboden der Lumpenküche gefördert werden.

In der Lumpenküche d werden die Hadern in großen hölzernen Fäſſern (1) mittelſt Dampf in Kalkmilch während einiger Stunden gekocht und auf dieſe Weiſe vollſtändig vom Schmutze gereinigt. Die Kochfäſſer von ſonſt bekannter Konſtrukzion haben als weſentliche Verbeſſerung über dem untern Boden eine mit einem leichten eiſernen Deckel verſchließbare Oeffnung, durch welche das Entleeren der Fäſſer ſehr raſch geſchehen kann.

Die größere Zahl der Fäſſer geſtattet es, die Hadern längere Zeit nach dem Kochen mit der Kalkmilch in Berührung zu laſſen, wodurch das Auslaugen viel vollſtändiger vor ſich geht und das Entleeren erleichtert wird, da die Hadern beſſer abkühlen können.

Ueber ſämmtliche Fäſſer iſt ein Arbeitsboden gelegt, auf welchen die Hadern vom Lumpenſtäuber geſchafft werden; die Hadern werden dann mittelſt einer dreiſpitzigen Haue gerade in die Fäſſer hineingezogen.

Auf dem gleichen Boden ſind zwei Gefäße (2 u. 3) übereinander aufgeſtellt, in denen die Kalkmilch angeſetzt und von denſelben durch offene hölzerne Rinnen (10) längs der Wand nach den Kochfäſſern geleitet wird. Für jedes Faß ſind zwei Schieber in dieſer Rinne angebracht; mittelſt des einen wird die Rinne gegen das folgende Faß abgeſperrt, und mittelſt des andern der Abfluß in ein kurzes bewegliches Rinnenſtück nach dem Faſſe hin geöffnet.

Um zu verhüten, daß ſich die unangenehmen und für das Gebäude ſehr ſchädlichen Dämpfe nicht weiter in demſelben verbreiten können, ſind die Umfaſſungsmauern bis über den Dachboden hinaufgeführt. Der ganze Raum iſt durch zwei trichterförmige Dunſtfänge gedeckt, welche in zwei, mehrere Fuß über das Dach reichenden hölzernen Schläuchen die Dämpfe ins Freie führen; um die Abſperrung gegen das Gebäude zu vervollſtändigen, iſt der Eingang in die Lumpenküche nach außen verlegt.

Aus der Lumpenküche d (Blatt 83) werden die Hadern in die unmittelbar anſtoßende Lumpenwäſcherei c gebracht und daſelbſt in der Waſchmaſchine unter beſtändigem Zufluß von reinem Waſſer von allem nun in demſelben löslichen Schmutze und Unreinigkeiten befreit. —

Dieſe Waſchmaſchine beſteht aus einem halbcylin-

Digitized by Google

driſchen oben offenen Kaſten, in deſſen Boden große Oeffnungen für den Ablauf des Waſſers angebracht und mit Drahtſieb gedeckt ſind; in dieſem Gefäße dreht ſich eine horizontale Achſe mit geringer Geſchwindigkeit und zieht mit den an derſelben befeſtigten Armen die Hadern durch das Waſſer, wodurch ſie nach und nach gereinigt werden.

Um den Halbcylinder leicht leeren zu können, wenn das Waſchen vollendet iſt, wird durch einen einfachen Aufzug die Welle mit zwei Ketten ſo hoch aufgehoben, daß der Arbeiter bequem unter derſelben die Entleerung vornehmen kann.

Die gewaſchenen Hadern werden hierauf auf einer hölzernen etwas erhöhten Bühne ausgebreitet, damit ſich das Waſſer abſetzen kann.

Hiermit iſt die Reihe der Arbeiten geſchloſſen, die den Rohſtoff für die nun erfolgende weitergehende mechaniſche Verkleinerung genügend vorbereiten ſollen. Ehe wir jedoch zur Beſchreibung der Räumlichkeiten übergehen, in denen dieſe mechaniſche Verkleinerung vorgenommen wird, müſſen wir noch eines Lokales erwähnen, welches, für einen ſpäter vorkommenden Arbeitsprozeß beſtimmt, aus baulichen Rückſichten noch in dieſen Seitenflügel verlegt werden mußte; es iſt dies die der Lumpenküche gegenüber liegende Farbe- und Leimküche f (Blatt **86**), in welcher die zum Färben und Leimen des Papiers erforderlichen Ingredienzien mittelſt Dampf in hölzernen Fäſſern (7) und kupfernen Keſſeln (6) gekocht werden. Wegen der ſich dabei entwickelnden Dämpfe ſind hier wie bei der Lumpenküche die Umfaſſungswände bis über den Dachboden aufgeführt und der ganze Raum mittelſt zweier trichterförmigen Dunſtſchläuche überdeckt, die in zweien mehrere Fuß über die Dachfläche hinausragenden hölzernen Kaminen die Dämpfe ins Freie leiten.

Der Leim wird in kupfernen Keſſeln (6) gekocht, die ziemlich tief gelegt ſind, damit man die Flüſſigkeit während des Kochens gut umrühren kann; die hölzernen Gefäße, in denen die Farben gekocht werden, ſtehen auf einem leichten Gerüſte, damit man den Inhalt derſelben leicht und vollſtändig in die darunter geſtellten Tragbutten entleeren kann.

Neben der Farbküche iſt ein kleines Magazin e (Blatt **83**), in welchem die für den täglichen Gebrauch erforderlichen Materialien aufbewahrt werden können.

Um bei der Beſchreibung des Mittelbaues die getroffenen Einrichtungen leichter motiviren zu können, laſſen wir eine gedrängte Darſtellung der darin vorzunehmenden Arbeiten vorausgehen.

Die Umwandlung der Hadern in eine breiartige Maſſe geſchieht mittelſt Maſchinen, die man gewöhnlich Holländer nennt. Dieſer beſteht aus einem länglichten Troge, deſſen beide Stirnſeiten halbkreisförmig geſchloſſen ſind, und der durch eine Wand, die von einem Centrum dieſer Halbkreiſe zum andern reicht, gleichſam in zwei Theile getheilt wird; in einem derſelben dreht ſich um ſeine horizontale quer über den Trog liegende Achſe ein hölzerner Cylinder, in deſſen Umfang parallel mit der Achſe 40 Meſſer von Stahl befeſtigt ſind. Am Grunde des Troges ſenkrecht unter der Achſe des Cylinders iſt ein gußeiſernes Käſtchen eingelegt, in welchem circa 16 Meſſer hart nebeneinander liegend befeſtigt ſind; ihre Schneide gegen die Schneide der Meſſer in der Walze kehrend ſchließen die Richtungen beider einen kleinen ſpitzen Winkel ein, und wirken demnach wie eine Scheere.

Der Boden des Troges umſchließt von einer Seite die Walze bis nahe an den Rand des Troges und fällt in der kreisförmigen Umſchließung in einer Schraubenfläche raſch ab. Durch die ſchnelle Umdrehung der Walze werden die in dem mit Waſſer gefülltem Troge ſchwimmenden Hadern in eine kontinuirliche Bewegung gebracht, zwiſchen den Meſſern des Grundwerkes und der Walze durchgeriſſen und nach und nach in einen Stoff von breiartiger Konſiſtenz verwandelt; um dieſen Prozeß beſchleunigen und auch um den Grad der Feinheit des Zermalmens beſtimmen zu können, ruht die Achſe des Cylinders in Lagern, die durch eine Schraubenvorrichtung gehoben und geſenkt werden. Um das Verſpritzen des Waſſers und Stoffes zu verhüten iſt die Walze mit einem Mantel, den man leicht ablegen kann, überdeckt.

Gleichzeitig wird unter Zuſtrömen von reinem Waſſer der Stoff von allen mechaniſch darauf haftenden Unreinigkeiten vollſtandig befreit. Doch genügt dieſe Reinigung des Stoffes für die meiſten Sorten von Papier durchaus nicht und kann auch auf mechaniſchem Wege nicht erreicht werden. Man unterbricht deshalb die Operazion des Mahlens und bringt den Stoff, „Halbzeug“ genannt, in einem dem obigen ähnlichen aber doppelt ſo großen Trog, „Bleichholländer“ genannt,

Digitized by Google

mit einer Bleichflüſſigkeit, die aus Chlorkalk bereitet wird, zuſammen.

Die Walze des Bleichholländers iſt nur mit hölzernen Latten beſchlagen, und es iſt kein Grundwerk angebracht, da durch die Bewegung hier nur eine vollſtändige Berührung mit der Bleichflüſſigkeit bezweckt werden ſoll. Wenn dies erreicht iſt, ſo wird der ganze Inhalt des Bleichholländers in große Käſten abgelaſſen, in denen der Halbzeug noch einige Stunden mit der Bleichflüſſigkeit in Berührung bleibt; iſt dieſe nach und nach durch die kleinen Löcher im Boden der Käſten abgelaufen und hat der Halbzeug ſich geſetzt und genügende Konſiſtenz erlangt, ſo wird er aus den Setzkaſten herausgenommen und auf etwas erhöhten Bühnen in regelmäßigen viereckigen Haufen, „Stöcke“ genannt, aufgeſchlagen, wo er längere Zeit ſtehen bleibt, und wo die in demſelben eingeſchloſſene Bleichflüſſigkeit das Bleichen noch vervollſtändigt.

Iſt dies zur Genüge geſchehen, ſo wird der Halbzeug wieder hinauf gebracht in die Holländer und nun abermals mit dem Zermahlen ſo lange fortgefahren, bis der Stoff jenen Grad von Feinheit und Gleichförmigkeit erlangt hat, der zur weiteren Verarbeitung erforderlich iſt.

Während des Zermahlens wird dem Stoffe ein vegetabiliſcher Leim zugeſetzt, um ihm die für die noch folgenden Operazionen nöthige Bindekraft zu geben. Eben ſo wird für Papiere, die in der Maſſe gefärbt ſein ſollen, der Farbſtoff beigeſetzt, ehe der Mahlprozeß ganz vollendet iſt.

Mit der Herſtellung des Ganzzeuges iſt die Reihe der Arbeiten geſchloſſen, die in dem Mittelbau vorgenommen werden, von welchem durch weite Röhren der fertige Ganzzeug in große Bütten geführt wird, die als Reſervoir für den Betrieb der Papiermaſchine dienen, welche im weſtlichen Flügel aufgeſtellt iſt.

Nach dieſer kurzen Beſchreibung der Operazionen, die mit dem Stoffe in dem Mittelbau vorgenommen werden, ſoll nun dieſer ſelbſt in ſeinen Einrichtungen beſchrieben und gezeigt werden, wie dieſelben in allen Beziehungen dem Bedürfniß der Fabrikazion entſprechen.

Der Mittelbau, durch einen Gang von dem ſo eben beſchriebenen öſtlichen Flügel getrennt, ſteht durch eine Thür und den in der Scheidemauer angelegten Aufzug in Kommunikazion.

Aus der Lumpenwäſche tragen die Arbeiter in hölzernen Bütten die Lumpen nach dem Aufzug, laſſen ſich von demſelben in den obern Stock heben und ſtellen die Bütten auf Bänken längs der Wand im Holländerſaal ab.

Der Aufzug 9 (Blatt 86) bietet in ſeiner mechaniſchen Konſtrukzion nichts Neues; ſeine Anlegung in einem durchgehenden Schlitz gewährt den Vortheil, daß er auf dieſe Weiſe direkt mit den verſchiedenen Räumen verbunden iſt, von denen aus er benützt werden ſoll, und nimmt ſelbſt ſehr wenig Raum ein.

Der Holländerſaal (Blatt 87) reicht durch zwei Stockwerke, von denen das untere durch eine Arbeitsbühne von dem oberen geſchieden iſt; wegen bequemerer Benützung des Raumes unter den Holländern, wegen ſoliderer Befeſtigung und Beaufſichtigung ſämmtlicher Transmiſſionstheile und Röhrleitungen, ſo wie wegen leichteren Wegſchaffens des Waſchwaſſers aus den Holländern ſind dieſe von 16 gußeiſernen hohlen Säulen getragen, von denen immer zwei und zwei durch eine gußeiſerne Traverſe verbunden ſind, auf welchen das Gebälke des Arbeitsbodens aufliegt; dieſes letztere iſt ſo wenig als möglich mit dem Mauerwerk verbunden, damit ſich die Erſchütterungen, welche der raſche Gang der Holländerwalzen verurſacht, ſo wenig als möglich dem Gebäude mittheilen. Die Säulen ſtehen je zwei auf einem ſtarken Quader, von denen je zwei eine gemeinſchaftliche Untermauerung haben.

Das Deckgebälke, das unmittelbar den Boden der Holländer trägt, bildet ein in dem Saale freiſtehendes Viereck, welches mit gußeiſernen Rinnen eingefaßt iſt, die durch ſchmale Schlitze alles Waſſer aufnehmen, das bei den Holländern verſpritzt wird; an dieſe Rinnen ſchließt ſich ringsum mit einer geringen Anſteigung der den noch übrigen Theil des Raumes bedeckende Arbeitsboden an. Um das Durchdringen des Staubes und des Waſſers vollſtändig zu verhüten und dadurch die Verunreinigung des unterhalb in den Setzkaſten aufbewahrten Halbzeuges zu vermeiden, iſt der Boden doppelt eingedeckt. Ueber die untere Lage der gefügten und gefederten Bretter iſt eine grobe Leinwand ausgeſpannt und auf dieſe Steinkohlentheer aufgetragen worden; die zweite Lage Bretter wurde nun darauf genagelt, ſo lange der Steinkohlentheer noch flüſſig war.

Dieſe Anwendung hat ſich vollkommen bewährt

Digitized by Google

und gestattet zur Reinhaltung des Bodens das Abschwenken desselben mit Wasser, welches durch die Rinnen schnell abfließt.

Die Böden der Holländerschalen, die direkt auf dem eichenen Deckgebälke aufliegen, bestehen aus starken eichenen Dielen, welche mit Feder und Nuth verbunden und mittelst Schrauben an das Gebälk angeschraubt sind; sämmtliche Fugen, so wie auch alle Stellen, wo die Hölzer aufeinander liegen, sind vorher mit Oelfarbe satt angestrichen worden, so wie auch nach Vollendung des Baues sämmtliches Holzwerk zum Schutz gegen die Feuchtigkeit mit Oelfarbe angestrichen wurde.

Das Waschwasser aus den Holländern so wie alles Wasser, welches die Bodenrinnen aufnehmen, wird durch kupferne Röhren in die Säulen geleitet, durch die es abfließen kann. Da sich in dem Waschwasser der Holländer noch viele Fasern befinden, so wird dasselbe aus den Säulen durch Bleiröhren in Kästen geführt, in welchen sich ein Zeugfänger (9) befindet. Dieser besteht aus einem gewöhnlichen Schöpfrad mit hohler Achse, durch welche das bei der Umdrehung des Rades von den schneckenförmig gebogenen Schaufeln aufgefaßte Wasser abläuft; um die Fasern abzusondern, ist diese Wassertrommel mit einem feinen Metalltuch überzogen, an welches sich die Fasern anhängen und bei der Umdrehung der Trommel von einem Streifbrett abgestrichen werden.

Der Boden des unteren Holländerraumes ist ganz mit steinernen Platten belegt, die für den Abzug des Wassers das nöthige Gefälle haben, um dasselbe nach dem unterirdisch durch den Bau führenden geräumigen Kanal zu leiten.

An den mittleren vier Säulen sind Blechträger befestigt, die den ebenfalls von Blech konstruirten Bleichholländer (8) und den dazu gehörigen Arbeitsboden tragen.

Der Bleichholländer ist in eine solche Höhe gestellt, daß die Halbzeugholländer sich rasch in denselben entleeren können und dennoch genügendes Gefälle übrig bleibt, um den gebleichten Halbzeug nach den verschiedenen Setzkästen (10) zu leiten. Es führt je eine Hauptröhre nach einer der drei Seiten des Saales, an denen die Setzkästen stehen, und längs derselben wird der Halbzeug in einer offenen hölzernen Rinne nach den verschiedenen Abtheilungen derselben geleitet; zu diesem Behufe befindet sich bei jeder Abtheilung eine Oeffnung in der Seitenwand der Rinne, die mittelst eines hölzernen Schiebers geschlossen ist. Wird nun dieser Schieber herausgezogen und quer an die Hauptrinne hinter der Seitenöffnung eingesteckt, so wird der Halbzeug der betreffenden Abtheilung den Setzkästen zugewiesen. Da bei dieser Anordnung sämmtliche Röhren ganz frei liegen, so können dieselben immer sehr rein gehalten und alle Schadhaftigkeiten leicht ausgebessert werden.

Die an den Wänden des unteren Raumes befindlichen Setzkästen (10) sind theilweise von Holz, theilweise von Stein konstruirt, und müssen dem Druck der Flüssigkeit, die sich bis zu neun Schuh Höhe darin ansammelt, genügend widerstehen können. Der steinerne Boden derselben ist mit einem zweiten hölzernen belegt; durch die feinen Löcher, die in denselben gebohrt sind, sickert das Wasser langsam durch und läuft durch den zwischen beiden Böden befindlichen hohlen Raum nach außen ab; längs der Setzkästen liegen im Boden vertiefte steinerne Rinnen, durch welche das Wasser dem Hauptabzugsgraben zugeführt wird.

Die Setzkästen, welche 250 Ctr. Halbzeug fassen, sind in 9 Abtheilungen getheilt, damit man bei dem öfters vorkommenden Wechsel im Stoff in der Fabrikazion nicht zu sehr eingeengt ist. Um die Kästen entleeren zu können, sind in denselben kleine Thüren angebracht.

In dem angrenzenden Lokale sind vier erhöhte Bühnen von Stein (11) angelegt, auf welchem der gebleichte Halbzeug in würfelförmigen Stöcken, „Zeugstöcke genannt," aufgehäuft wird; um denselben mehr Festigkeit zu geben, werden sie in viereckige hölzerne Rahmen festgestoßen; sie enthalten 250 Ctr. Halbzeug.

Das zu verschiedenen Zwecken erforderliche Wasser wird aus einem außerhalb der Fabrik gelegenen Reservoir mittelst einer gußeisernen Leitung der Pumpe zugeführt, welche im Holländerbau aufgestellt ist und mittelst Riemen von der Quertransmission getrieben wird.

Die Pumpe (13) hat zwei einfach wirkende Stiefel und fördert das nöthige Wasser in das im oberen Stockwerk aufgestellte hölzerne Reservoir von circa 10 □Metern kubischem Inhalt. Dasselbe ist so hoch gestellt, daß das Wasser mit genügender Geschwindigkeit nach den verschiedenen Verbrauchsorten abfließen kann.

Um in dem Bezug des Wassers für die verschiedenen Operazionen nicht gehindert zu sein, wird das Wasser in

Digitized by Google

mehrere Rohrleitungen vertheilt; ſo führt von dem Reſervoir eine Leitung zur Papiermaſchine und den Rührbütten, eine zu den Holländern, und eine in die Lumpenwäſche-Küche und in die Leim- und Farbküche.

Dieſe Rohrleitungen ſind an der Decke befeſtigt und demnach überall ſichtbar und leicht zugänglich; die für die Holländer, die Papiermaſchine ſo wie die Lumpenküche ꝛc. ſind von Kupfer, die zur Pumpe und zu dem Reſervoir führenden Röhren ſind von Gußeiſen.

In Beziehung auf die zwei die Holländer treibenden Wellen iſt noch zu bemerken, daß alle Lager in der Nähe der verzahnten Räder an gußeiſernen Trägern befeſtigt ſind, welche ihrerſeits die beiden über je zwei Säulen reichende Traverſe verbinden; zugleich iſt an dieſen Lagern die Einrichtung getroffen, daß man die meſſingenen Schalen, wenn ſie ſich ausgelaufen haben, leicht herausnehmen und durch friſche erſetzen kann, ohne die ſchwere Welle heben zu müſſen. Dieſe ſehr bequeme Anordnung beſteht einfach darin, daß die meſſingenen Schalen auf gußeiſernen Platten aufliegen, die in den Lagerſtühlen eingeſchoben und feſtgekeilt ſind; zieht man dieſelben heraus, ſo fällt die untere Hälfte der meſſingenen Schale in den leeren Raum und kann herausgezogen werden. —

Neben dem Holländerbau iſt im unteren Stockwerk ein kleines Gemach 11 (Blatt SS), in welchem in ſteinernen Käſten die Bleichflüſſigkeit angeſetzt wird. Dieſe ſind ſo hoch geſtellt, daß man Gefäße darunter ſetzen kann, wenn ſie ganz geleert und ausgeputzt werden ſollen.

Die genügend verkleinerte und zertheilte Maſſe wird nun in dem weſtlichen Flügel auf der Papiermaſchine in Papier umgewandelt, und mit demſelben werden noch jene Operazionen vorgenommen, die zu ſeiner Vollendung nöthig ſind.

Aus den Ganzzeug-Holländern wird der fertige Ganzzeug durch weite kupferne Röhren 9 (Blatt SS) nach dem Büttenſaal geführt und in einer Bütte (8) aufgefaßt, die ungefähr den doppelten Inhalt eines Holländers hat. — In dem Büttenſaal befinden ſich 3 große Bütten (7), die dazu dienen, den Steff aus der oben erwähnten Bütte aufzunehmen und der Maſchine gleichmäßig zuzuführen.

Von dieſen drei Bütten dient immer nur eine für den Betrieb der Maſchine, die andern hingegen ſind Reſervoirs; in denſelben iſt ein aus hölzernen Stäben gefertigter Rührer, der bei ſeiner langſamen rotirenden Bewegung das Ganzzeug beſtändig untereinander mengt und dadurch die gleichmäßige Vertheilung deſſelben im Waſſer bewirkt.

Am Boden der Bütten iſt von außen eine weite kupferne Röhre (10) befeſtigt, die mit dem nöthigen Gefälle nach der Maſchine führt und mittelſt eines Ventils mit der Bütte in Verbindung ſteht; die Ausmündungsöffnung des Rohres an der Maſchine iſt mit einem Schieber verſehen, der mittelſt Stellſchraube nach Bedarf geſtellt werden kann.

Auf der Papiermaſchine wird nun aus dem breiartigen Ganzzeug ein endloſer Bogen gebildet, das Waſſer aus demſelben ausgepreßt, er ſelbſt aber getrocknet und auf einem Haspel in einer beſtimmten Länge aufgewickelt, dann durchſchnitten, von der Maſchine abgenommen, von Hand in Bogen von beſtimmter Größe geſchnitten und in den nebenſtehenden Papierſaal geſchafft, woſelbſt zunächſt das Papier von allen an der Oberfläche haftenden Unreinigkeiten mittelſt Schabern von Hand befreit, ſortirt und hierauf je nach Bedarf auf einer Walzenpreſſe geglättet, abgezählt und verpackt wird.

Nach dieſer oberflächlichen Aufzählung der in dieſem Flügel vorzunehmenden Arbeiten gehen wir zur näheren Beſchreibung deſſelben über.

Der Büttenſaal 1 (Blatt SS), der noch in dem Hauptbau liegt, reicht durch zwei Stockwerke, theils um genügend Platz in der Höhe zu gewinnen, theils um von dem Holländerſaal aus den ganzen Raum leicht überſehen zu können, was wegen des Entleerens der Holländer nothwendig iſt.

Die drei großen Bütten (7) ſtehen circa $1^m 6$ über dem Boden auf einem von ſteinernen Pfeilern getragenen Roſte und ſind überall zugänglich, damit man jede ſich zeigende Undichtheit leicht finden und beſeitigen kann. In der halben Höhe derſelben befindet ſich eine Arbeitsbühne, auf der man bequem in die Bütten ſehen, nöthigenfalls der Bewegung des Stoffes nachhelfen und die am Boden befindlichen Ablaßventile ziehen kann. Nach jedesmaligem Wechſel mit dem Stoff müſſen die Bütten ſorgfältig ausgeſchwenkt werden. Hierzu bedient man ſich eines beweglichen Schlauches mit metallenem Mundſtück, aus welchem das Waſſer mit bedeutender Geſchwindigkeit ausſtrömt, da es bei der hohen Lage des allgemeinen Reſervoirs einen ſtarken Druck hat.

Digitized by Google

Die auf die Arbeitsbühne führende Stiege iſt bis auf Stockwerkshöhe verlängert, um eine raſche Kommunikazion zwiſchen dem Holländer- und Maſchinenſaal zu ermöglichen.

Die Rührer dieſer drei Bütten erhalten ihre Bewegung von der unterhalb derſelben fortlaufenden Transmiſſion der Papiermaſchine, die, wie weiter oben erwähnt, von der in der Ecke des Büttenſaales unter dem Boden aufgeſtellten Fourneyron'ſchen Turbine getrieben wird.

Jeder der Rührer kann durch eine einfache Abſtellvorrichtung für ſich außer Gang geſetzt werden.

Der Maſchinenſaal o (Blatt 33) iſt wegen Abhaltung der Dämpfe von dem Büttenſaal durch eine Mauer getrennt, und nur zwei geräumige Oeffnungen ſind in derſelben zum Durchgang der Röhren und Transmiſſionswelle angebracht; durch eine ganz an der Seite angebrachte Thür wird die zwiſchen beiden Sälen nöthige Kommunikazion hergeſtellt.

Der Boden des Maſchinenſaales iſt ganz mit Steinplatten belegt und für den Abzug des Waſſers, das von der Maſchine in reichlichem Maße abfließt, durch genügendes Gefälle nach dem unter der Maſchine liegenden gedeckten Abzugsgraben geſorgt.

Da ſich bei dem Trocknen des Papiers auf den Trockencylindern der Maſchine ſehr viele Dämpfe bilden, deren Kondenſazion im Saale, namentlich an der Decke, auf das Sorgfältigſte verhütet werden ſoll, ſo iſt die Decke hier doppelt gemacht. Das den oberen Boden tragende Gebälke iſt etwas höher gelegt und dadurch Raum gewonnen worden für eine tonnenförmige Verſchalung, welche die eigentliche Decke des Saales bildet.

In dem Scheitel der Verſchalung ſind drei Oeffnungen angebracht und auf dieſe hölzerne über das Dach reichende Schläuche geſetzt, welche die ſich im Scheitel ſammelnden Dämpfe ins Freie führen.

Da jedoch ſelbſt dieſe doppelte Einſchalung mit einer bedeutenden dazwiſchen eingeſchloſſenen Luftſchichte nicht genügt, um die Kondenſazion ſo vollſtändig zu verhüten als nöthig iſt, ſo führt man im Scheitel noch eine Dampfröhre durch, durch welche die Kondenſazion verhütet und der Abzug der Dämpfe beſchleunigt wird.

An den Maſchinenſaal anſtoßend iſt ein kleines Magazin q (Blatt 33) angelegt, in welchem alle zur Maſchine gehörigen Reſerveſtücke und zum Betrieb erforderlichen Materialien aufbewahrt werden.

An die Langſeite des Maſchinenſaales grenzt der Papierſaal p (Blatt 33), in welchem nun das in Bogen geſchnittene Papier durch Schaber zunächſt von den auf der Oberfläche haftenden Unreinigkeiten befreit wird. Zu dieſem Behufe iſt längs der Fenſter ein breiter Tiſch angebracht, an welchen von Mädchen dieſe Arbeit verrichtet wird.

Je nach dem Grade von Appretur, welche das Papier erhalten ſoll, wird es entweder in einer von Hand getriebenen hydrauliſchen Preſſe einem bedeutenden Druck ausgeſetzt oder unter den ſogenannten Satinirwalzen geglättet. Dieſe Walzen, die durch belaſtete Hebel mit einem bedeutenden Druck zuſammengepreßt werden, erhalten ihre Bewegung von der verlängerten Quertransmiſſion im Holländerſaal.

In dieſem Saale wird das Papier für die Verſendung verpackt und gewogen. Des bequemeren Aufladens wegen iſt vor der Eingangsthür in dieſen Flügel, zu welcher wegen des abfallenden Terrains einige Stufen führen, ein kleiner Vorplatz in der Weiſe angebracht, daß die Ballen direkt auf den Wagen gerollt werden können.

In dem Flügel befindet ſich noch die mechaniſche Werkſtätte und ein Magazin t und u (Blatt 33) für fertiges Papier.

Die mechaniſche Werkſtätte enthält in zwei Gelaſſen eine Schmiedeſſe, dann mehrere Schraubſtöcke für Schloſſer und Kupferſchmiede, mehrere Drehbänke für Holz und Eiſen und die nöthigen Hobelbänke für die Schreiner. Unter dem Papierſaal iſt ein geräumiger Gelaß (Blatt 35) angelegt, in welchem verſchiedene Materialien aufbewahrt werden, als Harz, Oel, Alaun u. dgl.

Zur Erzeugung des für die verſchiedenen Operazionen und zum Heizen nöthigen Dampfes iſt vor dem Mittelbau auf der Südſeite ein Dampfkeſſel b (Blatt 35) aufgeſtellt. Bei dem bedeutenden Nivcauunterſchied des Terrains am Mittelbau konnte ſo viel Tiefe gewonnen werden, daß die Bedeckung des niedergehaltenen Keſſelhauſes theilweiſe eine Terraſſe vor dem Mittelbau in gleicher Höhe mit dem Fußboden bildet. Die innere Wand des Keſſelhauſes dient als Futtermauer für den ſchmalen Fahrweg, der am Mittelbau vorbeiführt; die äußere Wand iſt etwas erhöht und bildet das Parapet für die Terraſſe.

Der Dampfkeſſel liegt in der Mitte dieſes Baues, rechts und links ſind Räume a u. c zur Aufbewahrung von Brennholz, Kalk u. dgl.

Digitized by Google

Der Rauch wird durch einen unterirdiſchen ſtark anſteigenden Kanal in das Gebäude geführt, in welchem in der Scheidemauer des Holländerſaales ein Doppelkamin 14 (Blatt 87) angelegt iſt. Dieſer Kanal iſt durch gußeiſerne Platten der Höhe nach in zwei Theile getheilt; durch den unteren Theil zieht der Rauch und durch den oberen Theil führen die Dampfleitungs- und Speiſeröhren. Die erſteren ſind auf dieſe Weiſe am beſten gegen die Abkühlung geſchützt, und die letzteren, die unmittelbar auf den Platten aufliegen, werden etwas vorgewärmt. Der Kanal iſt ſo geräumig, daß man leicht zu den Röhren kommen kann.

Um die Wärme des abgehenden Rauches noch beſſer zu benützen, iſt anſtoßend an die beiden Kamine eine kleine Doppelheizkammer angelegt, durch welche der heiße Rauch in zwei eiſernen Röhren 15 (Blatt 87) geführt werden kann, ehe er in die Kamine tritt. Die Heizkammern ſind am tiefſten und höchſten Punkt mit Kanälen für die Cirkulazion der Luft verſehen. Die eine der Heizkammern erwärmt auf dieſe Weiſe den Holländerſaal, die andere den Büttenſaal.

Die ſonſt nicht gebräuchliche Beheizung dieſer Räume bietet den großen Vortheil, daß ſich der Waſſerdunſt nicht ſo ſehr an den Wandungen kondenſirt.

Die Hauptdampfleitung verzweigt ſich an dem Punkte, wo ſie ins Gebäude tritt, nach mehreren Richtungen; ſo führt eine unterirdiſche Leitung zur Papiermaſchine nnd zur Beheizung des Papierſaales; eine zweite an der Decke befeſtigte Leitung 16 (Blatt 87) führt zur Lumpenküche, Leimküche und zur Beheizung des Sortirſaales.

Die Speiſung des Dampfkeſſels geſchieht durch eine im Büttenſaal aufgeſtellte und von der Transmiſſion getriebene Speiſepumpe, die das Waſſer aus einem kleinen Reſervoir nimmt, welches theilweiſe mit dem aus den Trockencylindern der Maſchine ablaufenden Kondenſazionswaſſer und theilweiſe aus der Hauptleitung gefüllt erhalten wird. Die Pumpe iſt ſo eingerichtet, daß man ſie auch von Hand in Bewegung ſetzen kann.

Das Halbgeſchoß (Blatt 84) über dem öſtlichen Flügel enthält einen großen Raum h zur Aufbewahrung von Holz und zur Bearbeitung deſſelben.

Ueber dem Papierſaal iſt ein geräumiger Schlafſaal g für die Mannſchaft angelegt, die im Holländerſaal beſchäftigt iſt. Da im Holländerſaal Tag und Nacht fortgearbeitet wird und die ganze Mannſchaft in zwei Schichten getheilt iſt, ſo gewährt dieſe Einrichtung nicht nur den Vortheil eines Zeitgewinnes für die Arbeiter, ſondern ſie geſtattet auch dem Aufſeher ſich zu überzeugen, ob die Arbeiter die zur Ruhe beſtimmte Zeit auch dazu verwenden.

Neben dem Schlafſaal ſind zwei Krankenzimmer f eingerichtet für ledige fremde Arbeiter, die daſelbſt die nöthige ärztliche Behandlung und Pflege finden.

In dem dritten Stockwerke des Mittelbaues ſind Wohnungen eingerichtet für ledige und verheirathete Arbeiter; dieſe Wohnungen haben einen von dem Fabrikslokale ganz abgeſperrten eigenen Eingang und eine beſondere Treppe und Dachboden, damit durchaus keinerlei Störungen im Betrieb durch die Bewohner veranlaßt werden können. Da bei dieſer Anlage ſämmtliche zur Fabrikazion nöthigen Räume in einem einzigen Gebäude vereinigt ſind, ſomit keinerlei Nebenbauten nöthig waren, ſo konnte die nächſte Umgebung des Gebäudes in eine ſchöne Gartenanlage umgeſtaltet werden, und es wurde ſomit die muſterhafte Reinlichkeit, die im Innern herrſcht, auch auf die nächſte Umgebung ausgedehnt.

Aus dieſer gedrängten Beſchreibung und aus den beigefügten Zeichnungen werden die Vortheile der Anordnung recht deutlich hervortreten; durch die Trennung der Arbeitsräume in drei dem Arbeitsprozeß entſprechende Gruppen iſt die Aufſicht über die Arbeiter und Arbeit ſehr erleichtert und der Transport des Materials auf ein Minimum reducirt, wodurch ſehr viel Zeit und Material erſpart wird. Da die Arbeiter das Gebäude durchaus nicht zu verlaſſen brauchen, ſo ſind ſie in ihrer Thätigkeit viel leichter zu kontroliren und es werden auch die Räume und das Material viel weniger verunreinigt.

Der mehrjährige Betrieb der Fabrik hat die getroffenen Anordnungen als vollkommen entſprechend bewährt, und der gute Zuſtand, in welchem ſich das Gebäude in baulicher Beziehung befindet, gibt das beſte Zeugniß für die Sorgfalt in der Auswahl und Verwendung des Baumaterials, ſo wie für richtig gewählte Konſtrukzionsverhältniſſe; auch rechtfertigen die bis jetzt gemachten Erfahrungen vollkommen die Eingangs aufgeſtellte Behauptung, daß dieſe Papierfabrik wohl zu den am zweckmäßigſten eingerichteten und verwalteten gehört.

Die jährliche Produkzion in den feinſten Sorten Papier, die hier nur gemacht werden, erreicht das bedeutende Gewicht von 4000 Zollcentner.

Digitized by Google

Die Konkurrenz zum Entwurf der Baupläne für die Votivkirche in Wien.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 89–91).

Nachdem wir im ersten Hefte dieses Jahrganges der Bauzeitung den Konkurrenzplan des Hrn. Fr. Schmidt mitgetheilt, lassen wir nun denjenigen des Hrn. V. Statz folgen, welcher auf den Blättern 89–91 in Grundriß, Aufriß und Durchschnitt dargestellt und durch den nachfolgenden wörtlichen Erläuterungsbericht des Hrn. Autors erklärt wird.

Erläuterungen zum Plane der Votivkirche für die Kaiserstadt Wien.

Der Grundriß fordert eine möglichst einfache Form, da in einer Votivkirche nicht eine Kathedrale verlangt wird, weßhalb auch kein Kapellenkranz angeordnet ist.

Das Programm bestimmt zwei Thürme; dieselben werden in ihrer Grundlage durch die Seitenschiffe bedingt. Der eine Thurm führt oben das Standbild des h. Franciskus, der andere trägt das des h. Josephus. Sodann erscheinen 16 Engel in dem baldachinartigen Gehäuse des obern Thurmes, mit Bändern verzierte Schilde tragend, welche, auf die Provinzen Oesterreichs hindeutend, unter dem Schutze der beiden erwähnten Heiligen stehen. In dem baldachinartigen Gehäuse des Hauptgiebels zwischen den beiden Thürmen sitzt Maria, die Retterin aus der Noth; hierin liegt die Benennung der Kirche „Maria Hilf."

Das Mittelschiff, die Seitenschiffe und das Querschiff bieten Raum für 4000 Personen.

Die Oratorien schließen sich, ihrer Bestimmung entsprechend, unmittelbar an die vor ihnen befindlichen Chorstühle an.

Ein Durchgang zwischen beiden wäre in mehr als einer Hinsicht störend, wie auch schon die Bestimmung §. 3 des Konkursprogrammes „im Chore" die Stellung derselben näher bezeichnet.

Zu den Oratorien gelangt man von außen mittelst zweier sichtbaren Treppen, von denen eine dazu dient, um auch erforderlichen Falls aus den Oratorien direkt in das Chor gelangen zu können.

Die Räumlichkeiten, welche sich unterhalb der Oratorien ergeben, können auf der einen Seite als Aufenthalt für das Dienstpersonale der Kirche, auf der andern Seite zur Geräthe- und Schatzkammer verwendet werden. Auch läßt sich hier eine Luftheizung zu den Oratorien anbringen.

Die Kommunionbank bildet den Abschluß des Chors und des Seitenchors; ein Lettner ist durch die Bestimmung der Kirche wenigstens vor der Hand nicht indicirt.

Außer den drei bestimmungsmäßigen Altären können noch acht an den östlichen Pfeilern und Wandflächen des Querschiffes angebracht werden.

Die Altäre beinahe in einer Richtung zu halten, ist für die Anlage der Kirche am geeignetsten, indem die dem heil. Opfer Beiwohnenden besser auf dasselbe hinsehen können.

Die Kanzel kann eine bewegliche sein, wie es deren noch viele gibt. An gewöhnlichen Tagen kann der Kanzel eine tiefere Stellung gegeben werden als an Festtagen, wenn mehr Zuhörer in der Kirche sind.

Die Sakristei konnte schicklicherweise nicht unterhalb der Oratorien, überhaupt nicht im Innern der Kirche angebracht werden. Sie bildet ihrem Wesen nach ein Beiwerk der Kirche und hält daher in stilistischer Beziehung die Mitte zwischen profaner und kirchlicher Architektur.

Die kleinere, die eigentliche Votivkapelle, kann an verschiedenen Festtagen zugänglich gemacht werden; aus den Oratorien läßt sich auch in dieselbe hineinsehen.

Die beiden Beichtkapellen waren einigermaßen zu isoliren, obschon auch mehrere Beichtstühle innerhalb der Kirche stehen können, welche in der Regel nur an Samstagnachmittagen oder bei besonderen Gelegenheiten benützt werden sollen.

Anlagen, wie die Treppe zur Orgel, welche mit doppeltem Orchester vorgesehen ist, liegen in dem Mittelpfeiler der Thürme.

Die Treppe in der Sakristei führt zum obern Triphorium, und die an dem Südportale eingeschlossene Loge ist für die Geistlichkeit bestimmt. Ein Gitter ist bei dieser Loge angebracht.

Ferner sind noch zwei Treppen im Chorschluß angelegt, um auf die Seitendächer zu gelangen. Uebri-

Digitized by Google

gens ist alles im Plane ersichtlich dargestellt und mit Maßen beschrieben.

Da sich die symbolische und statuarische Anlage und Ausschmückung mit der Architektur innig verbinden muß und beide voneinander nicht zu trennen sind, so mögen folgende Andeutungen hier ihren Platz finden.

Die Kirche hat drei Schiffe und drei Eingänge beim Anfange derselben; sie wird im Innern durch die Stellung der Gänge getheilt in das Männer- und das Frauenschiff, was selbst bei den Oratorien festzuhalten wäre.

Das Nordportal führt auch zur Frauenseite.

Das Südportal ist bestimmt zum Eingange für die Kinder und die Geistlichkeit, zugleich um zunächst an der Sakristei zu sein.

Das Mittelportal. In der Mitte befindet sich Christus, seine Wundmale zeigend; an beiden Seiten stehen die Schächer mit den Kreuzen.

In der ersten Vorhalle vor dem Eingange befinden sich vier Engel mit den Passionswerkzeugen. In der Fronte über den Thüren und der Vorhalle der vier Eingänge sind Stärke, Gerechtigkeit, Mäßigkeit und Klugheit christlich allegorisch dargestellt. Ueber den vier Thüren erscheinen die vier letzten Dinge: Himmel und Hölle, Gericht und Tod.

In der zweiten Vorhalle bis zur Sünderstufe über der Orgelbühne sind christlich allegorische Darstellungen der verschiedenen Laster; vor der Orgelbühne am Mittelpfeiler der heilige Michael, den siebenköpfigen Drachen bekämpfend, an beiden Seiten zwei Engel mit Sprüchen aus der Apokalypse.

In den Wandflächen über dem Mittelportal befinden sich 6 Engel mit Schriftbändern aus den Prophezeiungen, sich beziehend auf die Kirche und Wünsche für das kaiserliche Haus.

Unter den frei stehenden Baldachinen in der Höhe der ersten Galerie finden sich die Kirchenlehrer, die Kirchenväter, Könige und hohen Bekenner der katholischen Kirche.

Mittelschiff. An den freistehenden Säulen, an welchen Konsolen und Baldachine (gerade wie im Chor angedeutet sind) angebracht werden können, etwa 6 an der Zahl, die Beichtiger: der heil. Nepomuk, der heil. Leopoldus u. s. w. Dann die vier Kirchenlehrer.

Im Querschiff sind die vier Märtyrer dargestellt: der heil. Stephanus, der heil. Laurenzius, und aus dem Kriegerstande der heil. Sebastianus und der heil. Fabianus.

Im Chore am Anfange der Kommunionbank befinden sich die 12 Apostel, so wie Maria und Christus als Schlußfiguren.

Ueber dem nördlichen Seitenportale im Innern stehen die Ordensstifter: der heil. Benediktus, der heil. Romuald, der heil. Bernardus, der heilige Franciskus ꝛc.

Im Innern des Südportals der heil. Christoph mit dem Jesuskinde.

Glasmalerei. Auf der Frauenseite bei den ersten 5 Fenstern im Seitenschiffe entwickelt sich die Legende des heil. Franciskus, so wie im Männerschiff die Legende des heil. Josephus.

In den Beichtkapellen ist mit Beziehung auf das Bußsakrament die heil. Maria Magdalena ꝛc. dargestellt.

Im Rosenfenster des Südportals enthält die Ornamentik Engel mit Sprüchen, welche sich auf die Erbauung der Kirche beziehen, und auch Lobgesänge ꝛc.

Unterhalb der beiden kleinen Fenster über dem Eingange befinden sich die Ordensstifterinen: die h. Klara, Scholastika, Theresia u. s. w.

Im Rosenfenster auf der Nordseite. In der Mitte erscheint das Brustbild Christi segnend; in den langen Feldern der Kreuzesform Cherubim und Seraphim, und in den vier Medaillons die Erzengel Raphael, Gabriel u. s. w.

In der Votivkapelle wäre ein schöner Altar und Opferleuchter nebst Opferkasten wohl an der Stelle.

In den drei Fenstern sind 6 Figuren christlich allegorisch dargestellt: die drei göttlichen Tugenden Glaube, Hoffnung, Liebe, so wie ihre Gegensätze Unglaube, Verzweiflung und Haß.

Die 5 Fenster am Chor enthalten unten das Tedeum, das Chor der Engel, das Chor der Propheten, das Chor der Märtyrer. Oben als Schluß im Gewölbe in der Mitte (den Schlußstein bildend) Maria als Himmelskönigin; in den Gewölbezwickeln gemalt die neun Engel mit den Lobgesängen des Magnifikats.

Im Aeußern des Nord- und Südportals die Geschichte der h. Petrus und Paulus.

Das Kaiserthürchen, zu den Oratorien führend, enthält Statuen von heiligen Kaisern und gekrön-

Digitized by Google

ten Häuptern, im Relief Wappen von Engeln gehalten, ſo wie auch auf der andern Seite Wappen mit Engeln.

Die übrigen Fenſter in der Kirche werden grau in grau mit farbigen Bekrönungen ausgeführt, gemäß der beigefügten Zeichnungen von 8 verſchiedenen Muſtern.

Altäre und dergleichen ſind noch beſonders aufzuzeichnen; im Entwurfe wurden ſie weggelaſſen, weil ſie denſelben als Bauzeichnung unklar machen könnten, indem die reinen Formen der ganzen Anlage nicht genug ins Auge treten würden.

Die Karolinen-Brücke über den Lech zu Landsberg in Bayern, wie ſie in den Jahren 1852 und 1853 umgebaut worden.

Beſchrieben von Hrn. Horn, königl. bayr. Bauinſpekzions-Ingenieur.

(Mit Zeichnungen auf Blatt **92**).

Die neue Karolinen-Lechbrücke, welche genau auf der Stelle der alten Brücke ſteht, wurde in ihrem Bau im Monat Auguſt 1852 begonnen und am 28. Novemb. 1853 eröffnet.

Die alte Karolinen-Lechbrücke (eine Wiebeking'ſche Häng- und Sprengwerkbrücke) hatte urſprünglich drei Oeffnungen, zwei ſteinerne Widerlager und zwei hölzerne Joche, erhielt aber in Folge ihrer Schadhaftigkeit ſpäter ſtatt der zwei hölzernen Joche zwei ſteinerne Pfeiler und in den drei Oeffnungen zuſammen ſieben Hülfsjoche (Blatt **92**, Fig. 9).

Die neue Karolinen-Lechbrücke erhielt bei Beibehaltung der Widerlagerflügel der alten Brücke zwei neue ſteinerne Widerlager, bei welchen jedoch die Roſte der alten Brücke als vollkommen brauchbar benützt wurden, ferner 5 neue ſteinerne Pfeiler, welche auf einem Pfahlroſte fundirt ſind (Fig. 1—6 und 8).

Die Pfähle, welche eingerammt wurden, hatten eine Stärke von 1'2—1'0, wurden mit eiſernen Pfahlſchuhen verſehen und erforderten, mit einer Kunſtramme geſchlagen (bei einer Fallhöhe von 12'0 und einem Rammklotz von 7 Zentner Gewicht) bis zum Stillſtehen eine Länge von 25'0—35'0.

Die Pfähle wurden 2'0 unter dem Nullpegel mit einer Kreisſäge abgeſchnitten und ſtehen vom Kopfe gemeſſen 15'0—20'0 in feſtem Boden. Tiefer konnten die Pfähle wegen der Beſchaffenheit des Flußbettes nicht eingerammt werden.

Der Roſt beſteht aus Föhrenholz; deſſen Längen- und Querſchwellen halten einen Quadratfuß im Querſchnitt; die Querſchwellen ſtehen 0'3 über; der Roſt iſt mit 0'3 ſtarken Föhrendielen abgedeckt, ſo daß die Roſtoberfläche 0'7 unter dem Pegel liegt (Fig. 5).

Um und zwiſchen die Pfähle eines jeden Roſtes ſind Nagelfluhſteine, welche in der Berghänge ober- und unterhalb der Brücke gebrochen wurden, und auf der obern Seite der Steinwürfe fraglicher Pfeiler an jedem drei Reihen großer Steine, welche untereinander mit Ketten verbunden ſind, eingeworfen.

Dieſe Vorſicht, die einzelnen Steine der Steinwürfe um die Pfeiler möglichſt untereinander zuſammen zu halten, war um ſo nothwendiger als die Brücke gerade über einem Mühlwehr von 14'0 Stauhöhe ſteht.

Die lichte Weite der beiden Brückenwiderlager zwiſchen den Sockeln iſt 380'6; die lichte Weite einer Brückenöffnung zwiſchen den Sockeln zweier Pfeiler iſt 57'6; die Stärke eines Pfeilers am Sockel iſt 7'0, über dem Sockel 6'4. Die Länge eines Pfeilers iſt am Sockel 33'0, ober dem Sockel 32'4.

Widerlager und Pfeiler beſtehen aus Tuffquadern, welche aus den Brüchen von Hugelfing, Polling, Jellſee und Rothenbuch gewonnen wurden.

Die vorkommende Hintermauerung an den Widerlagern beſteht aus den kleinen Tuffquadern der alten Brücke, die der Pfeiler aus Ziegeln.

Die Aufführung der Pfeiler wurde mehrmals durch Hochwaſſer geſtört, und letzteres erhielt einmal in Folge beigeſchwemmter Bäume und Geſträuche, welche ſich zwiſchen die Rüſtungsjoche und Pfeiler einzwängten, eine ſolche Stauhöhe, daß die Wellen die Mauerſchichte der Pfeiler, worauf die Mauerlatte ruht, beſpülten. Der Ueberbau der Brücke beſteht aus einem Häng- und Sprengwerke.

Sowohl die unter der Fahrbahn angebrachten kleinen und größern Sprengſtreben als jene, welche in der Verlängerung der letzteren in den Geländern angebracht ſind, haben alle einen Querſchnitt von 0'8—0'9 und ſind ſo wie die Mauerlatten, Trottoir- und Fahrbahndielen, Pflaſterſtöcke und Geländerbacken von Eichenholz, alles Uebrige von Fichtenholz.

Digitized by Google

Die Breite der Brückenbahn zwiſchen ihren Geländern iſt 24'0 (mit den Geländern 26'0). Hiervon treffen 6'0 für beide Fußwege zuſammen und 18'0 für die Fahrbahn.

Die Brückenbahn einer jeden Oeffnung ruht auf 11 Trägern, von denen 6 durch Spannriegel, Schierbalken und Streben unterſtützt und mit Strebenzangen verſehen ſind (Fig. 5 und 6).

Die Streben ruhen in Schuhen, die in dem Mauerwerk der Widerlager und Pfeiler eingeſetzt ſind.

Der äußerſte Träger auf jeder Seite der Brückenbahn iſt in jeder Oeffnung durch eine durch die Geländerſäulen gehende Schraube mit dem Geländerdeckholz und dem unter dem Spannriegel und Träger befindlichen Unterzug fünfmal verſchraubt (Fig. 1 u. 5).

Die beiden äußerſten Träger auf jeder Seite der Brückenbahn ſind kantig 1'0—1'4 beſchlagen, und auf dieſen ruhen auch die Tragſchwellen der Trottoirs.

Die mittleren 7 Träger der Brückenbahn ſind nach der Wölbung (0'3), welche die Fahrbahn erhielt, ſo daß der äußerſte 1'4, der mittelſte 1'7 Höhe hat, beſchlagen. Auf dieſe Träger wurden nach ihrer Länge eichene Lättchen von 0'1 – 0'2 Querſchnitt befeſtigt, um den Luftzutritt zwiſchen dieſen und den darauf ruhenden eichenen 0'25 ſtarken Dielen möglichſt wenig zu hemmen (Fig. 6).

Auf dieſen eichenen Dielen, welche, wie erwähnt, auf den mittleren 7 Trägern ruhen und zwiſchen dem zweiten kantigen Träger und der damit verſchraubten Randſchwelle eingeſpannt ſind, liegt ein nach der Diagonale geſetztes 0'4 hohes Pflaſter von eichenen 0'5 im Querſchnitt haltenden Stöckchen (Fig. 2 und 6). Die Stoßfugen dieſer Dielen wurden durch in Steinkohlentheer getränkte Leinfäden gedichtet.

Das erwähnte Stöckelpflaſter ruht auf einer 0'03 ſtarken Schichte Löſch (Kohlenſtaub), und jeder einzelne Pflaſterwürfel wurde unmittelbar vor ſeinem Verſetzen in heißen Steinkohlentheer getaucht.

In dem Geländer der Brücke wurden zwiſchen den Hängſäulen Kreuze eingeſetzt, das Sprengwerk der Brücke aber mit Brettern, welche wegen des Luftzuges auf Rippen aus Latten befeſtigt ſind, verſchalt (Fig. 6 und 7).

Auf den eichenen Trottoirdielen iſt ein $^1/_8$ Zoll dicker Aſphaltguß (von Schwarzpech und Sand) zwiſchen zwei auf dem äußerſten Rande der Trottoirdielen niedergeſchraubten Eiſenſchienen gelegt.

Sämmtliches zum Ueberbau der Brücke verwendete Eiſenwerk als: alte Schrauben und Bruchen ſo wie die gußeiſernen Strebenſchuhe, wurden in dem k. Hüttenamte Sonthofen gefertigt, und die Hängſäulenſchrauben unter Prellung mit einem ſchweren Hammer und bei einer Belaſtung von 25,0 Zt. pro Quadratzoll Querſchnitt erprobt.

Zur Sicherung des ſo nachtheiligen Einfluſſes der Feuchtigkeit auf das Holz wurden die vorkommenden Riſſe an den Haupthölzern mit eichſtädter Kitt verſtrichen, und die Hölzer ſelbſt, als das Geländer-Deckholz, mit Eiſenblech, die Träger, Randſchwellen, die äußere Abdachung an den Trottoirſchwellen, die Unterzüge, die Geländerbacken aber mit Zinkblech abgedeckt, und zwar in folgender Weiſe. Die Blechabdeckung des Geländerdeckholzes, der Randſchwellen, der äußern Abdachung der Trottoirſchwellen, der Unterzüge, der Geländerbacken, wurde an dem äußerſten Rande dieſer genannten Hölzer umgebogen und niedergenagelt, die einzelnen Blechtafeln aber an ihrem Stoß überfalzt und eben ſo wie alle in dem Beſchläge vorkommenden Ecken, Winkel und Grathe auf das ſorgfältigſte verlöthet. Die Abdeckung der Träger mit Zinkblech beſteht im Auflegen von Blechtafeln auf die auf den Trägern befeſtigten eichenen Lattchen. Die Blechtafeln ſtehen links und rechts von dem Träger 2 Zoll vor und ſind ein wenig abgebogen. Die einzelnen Blechtafeln ſind an ihrem Stoße 3 Linien überlöthet. Zur möglichſt vortheilhaften Abführung des Regenwaſſers von der Fahrbahn der Brücke wurde links und rechts an den Randſchwellen eine unter dem Trottoir befindliche Hängerinne aus Zinkblech angebracht und das Gefälle derſelben in der Art vertheilt, daß ſolche in jeder einzelnen Brückenöffnung ihr Waſſer in 2 mit kurzen ſenkrechten Röhren verſehene Keſſel ausmündet (Fig. 5 u. 6).

Da jedoch auch zwiſchen den Fugen des Stöckelpflaſters auf die Dielen Waſſer durchdringen kann, ſo hat man nächſt und längs der Randſchwelle in der eichenen Diele ſelbſt eine kleine Rinne ausgeſtemmt, hier die Diele alle 6'0 durchbohrt und ein ſenkrecht ſtehendes zinkblechernes Ausgußröhrchen eingeſetzt.

Die Brücke erhielt in ihrem Aeußern einen Oelfarbanſtrich und zwar die Blechabdeckung des Geländerholzes, der äußern Abdachung an den Trottoirſchwellen und der Geländerbacken ſtahlblaue, die Geländer-Säulen und Streben in dem Geländer Eichenholzfarbe,

Digitized by Google

das Geländerdeckholz, die Geländerkreuze und die äußere Verschalung Föhrenholzfarbe. Die Abfasung aller einzelnen mit Oelfarbe angestrichenen Hölzer wurde roth.

Sämmtliche Arbeiten, sowohl die der Maurer und Steinhauer, inkluf. Materiallieferung, als Zimmerarbeiten, d. h. das Beschlagen aller einzelnen Hölzer, das Schneiden, Bearbeiten und Setzen des Stöckelpflasters, das Verschalen der Joche ꝛc. wurden (das Abbinden und Aufstellen der Brücke ausgenommen) in Akkord vergeben, eben so die Blechabdeckung und die Anstreicherarbeiten.

Was die Fundazionsarbeiten betrifft, so wurde das Einrammen der Pfähle wie schon erwähnt mit einer Kunstramme vorgenommen und nach Hitzen (die Hitze zu 5 Schläge) verakkordirt.

Das Arbeiten der Röste, Versenken derselben, Abschneiden der Rostpfähle, Herstellen der Steinwürfe, Abtragen der alten Brücke, Aufstellen und Abtragen der Rüstungsbrücke und Bearbeiten deren einzelner Hölzer, so wie jede vorkommende Rüstung für das Versetzen der Steine, der Blechabdeckung und Malerarbeit wurde in Regie betrieben.

Die Gesammtausgaben für die Herstellung der Brücke beliefen sich auf 55,930 fl., welche sich in folgender Weise vertheilen:

Maurer- und Steinhauerarbeiten inkluf. Material	14,894	fl. —	kr.
Holzankauf	14,082	„ 17	„
An Löhnungen für sämmtliche in Regie gefertigte Arbeiten	11,749	„ 20	„
Beschlagen und Verwenden von Hölzern in Akkord	1,681	„ —	„
Einrammen der Pfähle	428	„ 2	„
Eisenwaaren, als Schrauben, Strebeschuhe, Pfahlschuhe	3,519	„ 22	„
Neue Werkzeuge und deren Reparaturen	1,830	„ 57	„
Transportkosten	1,544	„ —	„
Blechabdeckung	3,393	„ 4	„
Malerarbeit	575	„ 21	„
Bruchsteine oder Steinwürfe	460	„ —	„
Entschädigung an den Magistrat Landsberg für Benützung der Sandauerbrücke	605	„ 46	„
Eichstädterkitt und Schwarzpech	553	„ 56	„
Papier und Inserazionsgebühren	56	„ 31	„
Aufsicht	756	„ 24	„
Summa	55,930	fl. —	kr.

Die neue Hochofenanlage in Hörde *).

(Mit Skizzen hinter Seite 44.)

Diese erst seit ein Paar Jahren in vollkommenen Betrieb gebrachte Hochofenanlage besteht aus 4 Oefen sammt den dazu erforderlichen Nebengebäuden, die folgendermaßen in der beiliegenden Skizze zusammengestellt sind: In der Etage der Gußhüttensohle, die bis zur Linie a b reicht und um ungefähr 2 Klafter höher liegt als die Kohksanstalt, befindet sich das Gebäude A, die gemeinschaftliche Gußhütte der 4 Hochöfen, bei c die Winderhitzungsapparate mit Separatfeuerung, und bei d eine gußeiserne freistehende Wendeltreppe, ff sind 2 Gichtenaufzüge mit Dampfmaschine auf der Gichtensohle betrieben; sie kommunieiren mit den Erz- und Kohksplätzen durch die Tunnels bei gg; hh ist ein großer cylindrischer Trockenregulator von der Länge des Raumes, den die 4 Hochöfen einnehmen.

In der tiefern Etage befinden sich durch Eisenbahnen verbundene Möllerungsgebäude B, Erz- und Kohksplätze C, und die Kohksöfen E, von denen immer 6 an zwei Kaminen ii und unter einem Kasten k stehen; auf der äußern Seite dieser Oefen bei 11 sind 2 Paar Eisenbahnen, auf denen die zum Entleeren der Oefen dienende Maschine abwechselnd arbeitet. Diese Kohksanstalt liefert genügend Dampf zum Betriebe zweier Gebläsecylinder (Fig. 3).

Es sind liegende und direkt wirkende Cylinder von 90″ Durchmesser und 72″ Hub an einem Schwungrade, und machen 14 bis 16 Touren pro Minute. Die hohle Kolbenstange liegt einerseits des Gebläsecylinders und zwar bei m auf einer Rolle auf, während sie am Ende bei n einen Schuh hat, der auf einer Bahn schleift.

Die Hochöfen, von ordinären Ziegeln gemauert, haben nur einen Fallschacht, kein Formgewölbe, sondern statt diesem gußeiserne Träger. Die Verankerung, wie sie sich hier sehr bewährt hat, besteht aus lauter

*) Aus dem amtlichen Reiseberichte des Herrn Schliwa, k. k. Hüttenverwalters in Neuberg.

Digitized by Google

leichten Schließen, die anfänglich im Quadrate und Achtecke zusammengestellt sind (Fig. 4). Die ersteren bei o von ¾ zölligem Gittereisen mit vernieteten Köpfen liegen in jeder dritten Ziegelschaar, während die in der Kohlsackhöhe damit abwechselnden Schließen bei p aus Flacheisen in gleicher Stärke, aber 3″ Breite angefertigt sind. Sie liegen im Innern des Ofens flach in der Ziegelschaar, während sie außerhalb eben so flach sich anlegen und an den Enden mitsammen verschraubt sind. Nur jene Schließen oberhalb dem Formgewölbe bei q haben gußeiserne Scheiben und sind stärker gehalten.

Die Oefen sind im Schachte 48′ hoch, im Kohlsacke 14′, an der Gicht 7′, und am Bodenstein 5½′ weit. Drei derselben blasen mit 3 geschlossenen Formen, der vierte mit 5 und mit 2½ Pfund Pressung bei einer Windtemperatur von 80—100° C. Als Erze dienen hier bei der Grube geröstete Blackbands und ein mit Grünerde verbundener linsenförmiger Eisenstein (Glaukonit).

In 24 Stunden wird zweimal abgestochen und jedesmal ungefähr 22000 Pfunde meist weißes Roheisen für die Stabeisenfabrikazion.

Der Medinacement der Herren Francis Brothers und über die mit Medinacementkonkret ausgeführten Baulichkeiten.

(Mit Zeichnungen vor Seite 45).

Unter den verschiedenen vortrefflichen Cementen, welche in der Fabrik der Hrrn. Francis in London erzeugt und unter dem Namen Portland-, Roman-, Medina-, und Parianeement versandt und verwendet werden, verdient der Medinacement eine besondere Beachtung, denn es hat sich derselbe bei verhältnißmäßig großer Wohlfeilheit an vielen bedeutenden Wasserbauten und besonders Hafendämmen an verschiedenen Seeküsten, ferner zur geschwinden, äußerst einfachen Herstellung von Teichen und mannigfachen andern Baulichkeiten als ein tüchtiges Bindemittel bewährt und den kostspieligeren Portland- und Romaneement vortheilhaft ersetzt. Von den mit diesem Material ausgeführten Bauten führen wir namentlich den Hafendamm zu Cherbourg, welcher bekanntlich von Cessart im Jahre 1773 begonnen, jedoch erst von 1850 bis 1853 durch die Anwendung des Medinacementes und Medinacementkonkretes glücklich vollendet wurde, ferner den Schutzdamm zu Sandownbay an der Südostküste der Insel Wight an, welcher sich 200 Fuß in die offene See hinein erstreckt, die ihn bei hohem Wasserstande von beiden Seiten bespült, während er zur Ebbezeit ganz frei liegt und den in jener Gegend so häufig wehenden Stürmen gänzlich Preis gegeben ist.

Der Medinacementkonkret wird im Allgemeinen dadurch gebildet, daß man je nach Umständen 4 bis 6, auch 9 Theile kleiner Steinchen von der Größe einer Wallnuß mit einem Theile reinen Medinaeement vermischt, damit die Gebäulichkeiten aufführt und sie mit einem ½ bis 1 Zoll dicken Putz versieht, der aus einem Theil Medinacement und zwei Theilen guten, reinen, scharfen Mauersandes, mit wenig Wasser angemacht, besteht Da der zum Konkret verwendete Cement selten mehr als den sechsten Theil der Mauermasse ausmacht und mit einem Faß desselben, welches 5¼ engl. Kbkf. enthält und in der Fabrik 8 Sch. 6 P. kostet, 31½ Kbkf. Mauerwerk hergestellt werden können, so dürfte die mit der Anwendung dieses Materials verbundene Oekonomie um so einleuchtender sein, als die damit ausgeführten Bauten eine außerordentliche Festigkeit erlangen und äußerst schnell trocknen, so daß Wohngebäude unmittelbar nach ihrer Vollendung bezogen werden können, ohne daß für die Bewohner irgend eine Gefahr zu besorgen wäre.

Wo eine besondere Widerstandsfähigkeit erreicht werden soll, wie bei dem oben erwähnten Schutzdamme zu Sandownbay, welcher dem von den Winden gepeitschten Wellenschlage und den Anfällen der heftigen Stürme ausgesetzt ist, welche Elemente früher jeden andern Schutzbau oft fast unmittelbar nach der Vollendung zerstörten, verwendet man den Medinacement ohne Sandzusatz. Bei der Ausführung dieses Hafendammes, dessen Bau die Hrrn. Francis mit der Bedingung unternahmen, auf jede Zahlung zu verzichten, wenn derselbe nicht volle zwei Jahre gehörigen Widerstand leisten würde, verfuhr man folgendermaßen. Der

Digitized by Google

Grund wurde ſo viel wie möglich von den kleinen Steinchen gereinigt, da man dieſelben zu dem Konkret verwenden wollte; dann wurde das Terrain 12 bis 15 Zoll tief ausgegraben und eine Bretterwand von drei hochkantig und wagrecht übereinander geſtellten Brettern gebildet; eine zweite Reihe ſolcher Bretter wurde in einer Entfernung von 5 Fuß in gleicher Höhe aufgeſtellt. Beide Bretterreihen erhielten eine ſolche Neigung, daß ſie einen abgeſtutzten Kegel bildeten. Zwiſchen dieſen Brettern wurde der Konkret hineingeſchüttet, der aus 6 Theilen kleiner Steinchen und einem Theil reinen Medinacement beſtand. Der Cement und die Steinchen wurden im trocknen Zuſtande tüchtig zuſammengearbeitet, bis alles eine gleiche Maſſe war, die man mit etwas Waſſer benetzte, wodurch dieſelbe eine puddingartige Konſiſtenz erlangte. Das Hineinſchütten der Maſſe wurde durch gewöhnliche Taglöhner beſorgt, und war der Raum zwiſchen den Brettern bis zu deren Oberkante ausgefüllt, ſo wurden die Bretter erhöht, bis der Cement die Höhe von 7 Fuß über dem niedern Waſſerſtande erreicht hatte. Sobald eine Strecke von dieſer Höhe fertig und einigermaßen trocken war, wurde in der Ebbezeit die Bretterwand weggenommen und das Mauerwerk wurde mit Cementputz ½ Zoll dick beworfen. Das Fundament dieſes pyramidenförmigen Schutzdammes hat eine Breite von 5 Fuß, der Damm ſelbſt aber hat nur eine Kronenbreite von 2½ Fuß.

Die Herren Francis führten den Bau glücklich zu Ende und erhielten nach Verlauf der feſtgeſetzten zwei Probejahre die dafür bedungene Bezahlung.

Auf der Inſel Wight werden mehrere zwei Stock hohe Häuſer mit reſp. 8 und 12 Zoll dicken Mauern aus Medinacementkonkret aufgeführt, und obgleich dieſelben ſchon mehrere Jahre beſtehen, ſo hat ſich doch noch kein Riß in den Wänden oder dem Putze bemerklich gemacht.

Vor kurzem haben die Herren Francis zwei Häuſer von Medinacementkonkret errichtet, die zu Soldatenwohnungen benützt werden. Jedes dieſer Häuſer iſt 40 Fuß lang und 20 Fuß breit, ohne irgend eine Zwiſchenwand im Innern. Die Mauern ſind 8 Fuß hoch, haben ein Parapet von 18 Zoll und ſind ohne den Abputz nur 6 Zoll dick. Eines dieſer beiden Häuſer hat in der Mitte einen Kamin mit Kochherd; das zweite aber bildet bloß ein längliches Viereck von 39 Fuß Länge und 19 Fuß Breite im Lichten (zu Exercierübungen) ohne irgend eine Stütze im Innern. Der Putz beſteht hier aus Portlandcement und iſt ſowohl außerhalb als innerhalb ½ Zoll dick. Die Bereitung des Cementkonkrets und die Anfertigung der Mauern mit Einſchluß des 6 Zoll tiefen Fundaments wurde von 6 Arbeitern für jedes Haus in der kurzen Zeit von Morgens 6 Uhr bis Nachmittag 4½ Uhr beendigt, und man gebrauchte dazu 24½ Faß Medinacement mit einem neunmal ſo großen Quantum kleiner Steinchen. Zum Putz wurden 3 Faß Portlandcement verwendet. In zwei Tagen waren die Mauern trocken, ſo daß ſie am dritten geputzt werden konnten.

Beifolgend theilen wir die Zeichnungen von einer Feldhütte für Officiere mit, welche aus Medinacementkonkret für den Preis von 120 Pf. Sterling, alſo beiläufig 1200 fl. K. M., für Rechnung des kön. großbritanniſchen Kriegsminiſteriums ausgeführt wurde. Obgleich der Bau im Winter ſtattfand, ſo ſind doch die Mauern vollkommen trocken und es haben daher dieſe Gebäude einen ſolchen Beifall erhalten, daß das genannte Miniſterium eine bedeutende Anzahl ſolcher Häuſer zu errichten beabſichtigt.

Im Sommer des Jahres 1853 wurde im Feldlager zu Boulogne in 7 Tagen eine Reihe von Pferdeſtällen für 350 Pferde edler Gattung errichtet. Die Mauern dieſer Stallungen hatten nur eine Dicke von 4 Zoll, weßhalb man zur Sicherheit eine Holzverbindung anbrachte. Auch in Deutſchland hat der Medinacement Aufnahme gefunden, und namentlich ſind bedeutende Quantitäten deſſelben zu ſächſiſchen Staatsbauten abgeliefert worden.

Digitized by Google

Die neue Hochofenanlage in Hörde

Fig 1.

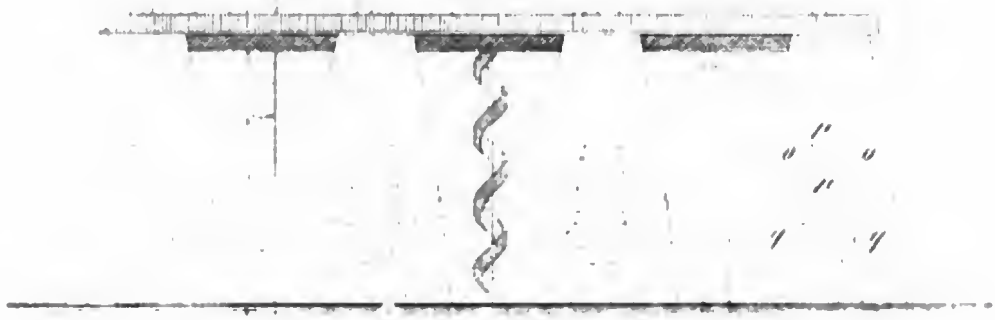


Fig 2.

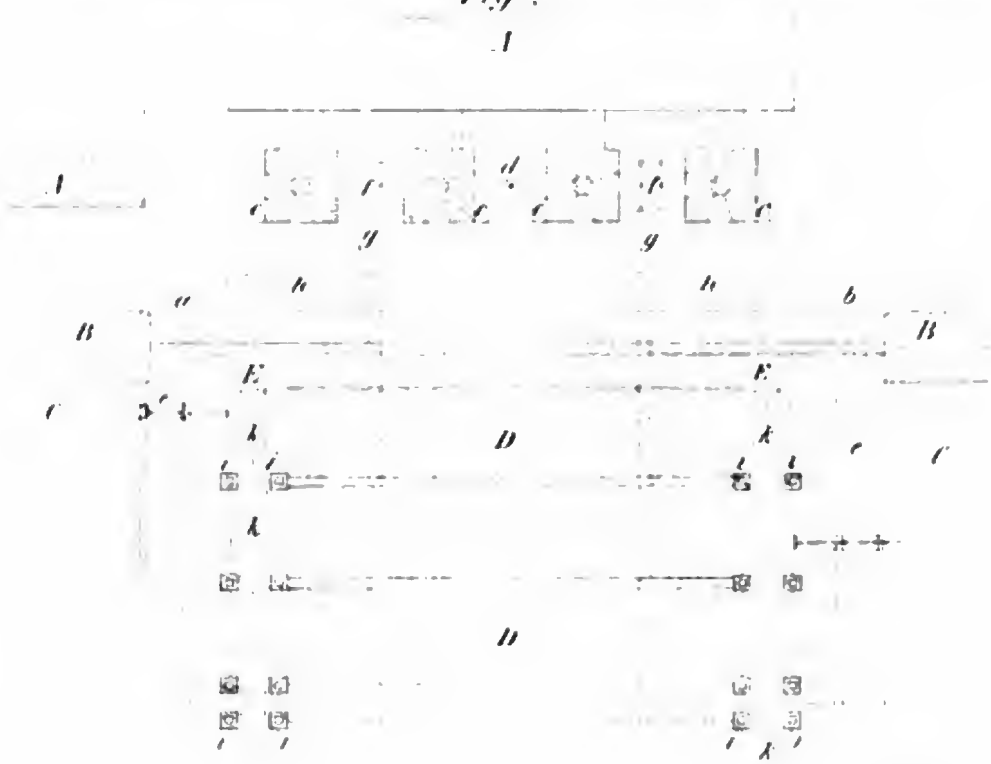
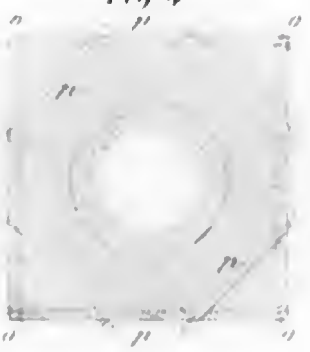


Fig 3.

Fig 4.



Allgem. Bauzeitung 1857

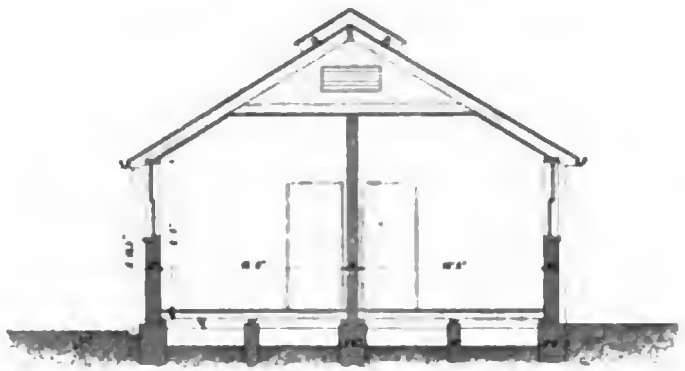
Digitized by Google

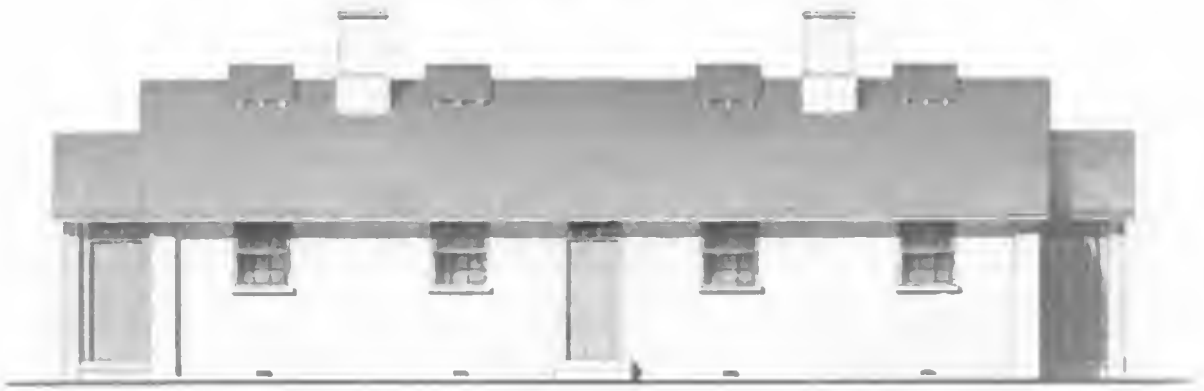
Feldhütte für Officiere

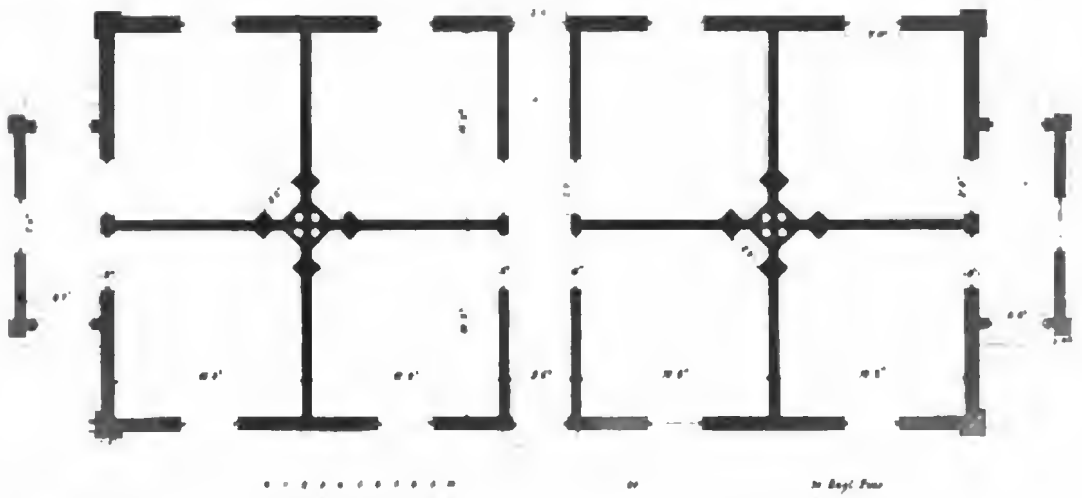
erbaut aus Steinmörtel mit Medina Cement

von den Herren Francis Brothers and Pott in London

um den Preis von 120 £







Digitized by Google

Die Baugeſchichte des Louvre.

Von L. Vitet.

(Mit Zeichnungen auf Blatt **93—95.**)

I. Der Louvre unter Philipp Auguſt I.

Wer Paris nicht von der Höhe des alten Louvre geſehen, kennt weder den Louvre noch Paris. Jene Terraſſen erſcheinen wie ein großartiges Obſervatorium, von welchem das Auge über die ganze Kette von Gebäuden hinüberſchweift, welche ſich von der Kolonnade bis zu den Tuilerien hinzieht. Der beſte Plan, die ſchönſte Kavalierperſpektive, könnte keinen ſo klaren, durchdringenden Begriff von der Geſtaltung und Größe, von den verſchiedenen Charakteren der Gebäude, von ihren Unregelmäßigkeiten und Komplikazionen geben. Wenn dann das Auge über den Gebäudekomplex hinweg und nach irgend einer Seite dringt, ſo hat es das vollſtändigſte und am beſten komponirte Gemälde von Paris vor ſich; es eröffnet ſich ihm ein Panorama, das man weder auf dem Pantheon noch auf der Kuppel der Invaliden und ſelbſt nicht auf den Thürmen von Notre-Dame wiederfindet. Alle dieſe dominirenden Punkte ſind zu weit entfernt von dem Centrum und zu nahe an den Vorſtädten; der Vordergrund iſt ohne Stil und Großartigkeit, die hauptſächlichſten Gebäude erſcheinen klein und niedrig, und die Stadt ſelbſt ſcheint zum Theil am Horizont zu verſchwinden. Auf der Höhe des Louvre dagegen befinden wir uns im Herzen von Paris ſelbſt; Alles, was dieſe große Stadt von monumentalen Bauwerken enthält, gruppirt und baut ſich vor uns auf; die Seine verbreitert ſich vor unſern Füßen, um mit ihrer angenehmen Krümmung jene Inſel der Cité zu umarmen, welche wie ein mächtiges Schiff vor uns zu liegen ſcheint, und dann erhebt ſich, um dieſe prachtvollen Vorgründe zu bekrönen, um die langen Wälder von Häuſern, die auf ſie folgen, zu umrahmen, ein Kranz von grünenden Bergen. Wenn man Paris den wahren Rang unter den Hauptſtädten einräumen will, mit denen man es in Vergleich ſtellt, ſo muß man Sorge tragen, daß es von den Terraſſen des Louvrehofes betrachtet werde.

Dieſer für die Betrachtung des modernen Paris ſo günſtige Platz iſt auch vielleicht der beſte, um von dem alten Paris, von jenem Paris, deſſen Zeitgenoſſe die erſte Zeit des Louvre war, zu träumen und zu phantaſiren. Wir bauen dann auf dem andern Ufer der Seine um jenen Thurm, den Ueberreſt von St. Germain des Près, die weitläufige Umfaſſung der alten Abtei mit ihren Warten, Thürmen, Fallgattern und Zugbrücken wieder auf; dann ſtellen wir ringsum in der Ebene die Meierhöfe, Scheunen und alle die Pertinenzien der großen Gemeinde wieder her, gehen an jenem linken Ufer des Fluſſes bis zu den Hügeln von Iſſy hinab und denken uns das jetzt Beſtehende hinweg, dafür aber einen ungeheuren Wieſengrund mit Gruppen von Gebüſchen, kleinen Weingärten und Gemüſeäckern, hier und da Partien von Weiden und Ahorn am Rande des Waſſers. Gegenüber am rechten Ufer ein nicht ſo erfreulicher Anblick; ſtatt der lachenden Fluren ſandige Strecken, von denen der Rauch der Ziegelöfen aufſteigt, darüber hinaus aber ein dichter Wald, der ſich am Horizont verliert und ſich nördlich bis zum Fuß des Montmartre ausdehnt. Denken wir uns die Silhouette dieſes Abhanges nicht viel anders und laſſen wir ihm ſelbſt ſeine Mühlen. Gegen Oſten geneigt ſtoßen wir, über die Umwallung der Stadt hinaus, auf die Thürme der Abtei St. Martin, dann diesſeits derſelben auf die langen Reihen von Wohnhäuſern und Gärten, welche ſich bis zum Grèveplatz hinabziehen. Begeben wir uns von dort in die Cité, ſo erblicken wir eine noch mehr wie jetzt aneinander gedrängte Häuſermaſſe und die beiden Thürme der Metropole, welche, obgleich unvollendet, ſchon die ganze Stadt beherrſchen. Nach dieſem weiten Umblick endlich dürfen wir nur noch vor uns niederſchauen und jene italieniſchen Baluſtraden, über die wir uns hinüberbeugen, in Schießſcharten und Maſchikulis verwandeln, uns den Garten des Infanten als einen mit Waſſer gefüllten Graben denken, der von dem Fluß durch eine mit ſtämmigen Thürmen beſtellte doppelte Mauer getrennt iſt, und wir ſehen uns dann 6 Jahrhunderte zurück, in die Zeit Philipp Auguſt's, auf die Spitze des dicken, von ihm erbauten Thurmes verſetzt, und wenn nun die Sonne ſich zu ſenken beginnt, ſo ſehen wir den König von der Jagd zurückkehren, über den Strom fahren und zur Nachtruhe in ſeinen Palaſt in der Cité ſich begeben.

So geſtalten ſich die Begriffe, die man ſich von

Digitized by Google

Paris und vom Louvre am Anfange des 13. Jahrh. machen muß. Weiter darüber hinaus fehlt es uns an Anhaltspunkten. Nur das iſt gewiß, daß im Jahre 1204, dem Baujahre des Thurms, der Name Louvre officiell ausgeſprochen wurde; bis dahin iſt den Vermuthungen freies Feld gelaſſen. Einige meinen, daß die erſten Fundamente dieſes Palaſtes der franzöſiſchen Könige von Childebert, andere, daß ſie von Ludwig dem Dicken gelegt ſeien; dieſe glauben, daß ſie für ein Jagdſchloß, ein Wolfszeughaus, lupara, beſtimmt waren, jene, daß man vom Anfange an dort ein feſtes Schloß errichten wollte, um der Cité gegenüber den Fluß zu beherrſchen. Wahrſcheinlich erſcheint es, daß dort vor Philipp Auguſt ein feſtes Kaſtell exiſtirte, daß dieſer König große Veränderungen damit vornahm und es beinahe ganz wiedererbaute, daß er aber nicht der Gründer deſſelben war. Die Geſchichtſchreiber jener Zeit nennen übereinſtimmend den dicken, im Jahre 1204 erbauten Thurm „den neuen Thurm," was den unumſtößlichen Beweis liefert, daß damals ſchon andere Thürme beſtanden.

Vom Jahre 1204 ab fehlen alle einzelnen Nachrichten. Wir kennen die Dimenſionen, die Geſtalt und die Lage des neuen Thurmes. Er war nicht ſo hoch, aber ungefähr in demſelben Stil erbaut als der große Donjon von Coucy, das Meiſterſtück der franzöſiſchen Militairbaukunſt, das 5 Jahre früher, im Jahre 1199, errichtet wurde. Er nahm die Mitte eines viereckigen Hofes ein, der beiläufig ein Viertheil des jetzigen Louvrehofes hatte und ungefähr mit den vier Abtheilungen jenes Hofes korreſpondirte, die den ſüdöſtlichen Theil bildet (Nr. 1 Blatt 93). Mit andern Worten, die äußern Mauern des Louvre Philipp Auguſt's, mit Ausnahme der doppelten Gräben, welche ſie umgaben, erhoben ſich weſtlich über denſelben Fundamenten als die jetzt nach den Tuilerien gewendete Faßade; ſüdlich nahe über dem Platz der dicken Mauer, welche der Länge nach das Muſeum der Alterthümer von der Flußſeite trennt; öſtlich über einer, wenigſtens fehlt nicht viel daran, der öſtlichen Vorderſeite des Pont des Arts korreſpondirenden Linie, und nördlich über einer andern Linie, welche an die nördliche Seite des Uhrpavillons ſtößt (B). Die Gewißheit dieſer Grenzen iſt von Wichtigkeit, weil wir bis zu den erſten Jahren des 17. Jahrhunderts trotz aller Umformungen ſeiner Architektur dieſen Hof des Louvre ſich ſtets in ſeinen urſprünglichen Grenzen erhalten ſehen. Die Bauten aus der Zeit Philipp Auguſt's, welche die vier Seiten dieſes Hofes bildeten, waren rein militairiſch und ſowohl zur Vertheidigung als zur Wohnung beſtimmt; ſie hatten weder Skulpturen noch Ornamente, und nur ſeltene und enge Oeffnungen verſchafften dem Licht Eingang nach innen. Indem er ſie mit jenem mächtigen Donjon bekrönte, der die Stadt beherrſchte und ihre Stärke verdoppelte, indem er ſie mit unzähligen Thürmen wehrhafter machte, wollte Philipp Auguſt ſeiner Macht, ſeiner Oberherrlichkeit einen Furcht erregenden Anblick geben, was ihm bekanntlich auch gelang; der Thurm des Louvre war bald das Entſetzen der aufrühreriſchen Vaſallen. Der erſte, welcher ihn einweihte, war der auf der Brücke von Bovines gefangen genommene Ferrand, Graf von Flandern, der ihn in langer Gefangenſchaft, und nach ihm mehrere andere ſpäter Eingezogene, bewohnte. Dieſer Thurm wurde das Emblem der königlichen Macht; in ihm wurden die großen Lehen vertheilt, ihm wurden alle Huldigungen geſpendet, und jetzt, ſagt Sauval, wo er zerſtört und nicht ein einziger Stein von ihm übrig geblieben iſt, gehen auch von ihm noch die Ertheilung der Lehen an unſere Herzoge und Pairs aus; ihm, oder vielmehr ſeinem Namen müſſen ſie Treue und Unterwerfung geloben.

Es ſcheint nicht, daß die unmittelbaren Nachfolger Philipp Auguſt's ſich viel mit dem Louvre beſchäftigt hätten; nur der heilige Ludwig ſcheint einige Ausgaben darauf verwendet zu haben; er erbaute in dem weſtlichen Flügel einen großen Saal, der lange Zeit hindurch ſeinen Namen führte. Seine ganze Vorliebe war indeß auf die alte Königswohnung ſeiner Voreltern, auf den Palaſt der Cité, und beſonders auf Vincennes gerichtet, das er unaufhörlich ausſchmückte und vergrößerte. Der einzige König, welcher ſeit Philipp Auguſt am Louvre lange und wichtige Arbeiten ausführte, war Karl V. Mit ſeiner Thronbeſteigung beginnt eine neue Phaſe in der Geſchichte dieſes Monuments; das feſte Schloß verwandelte ſich in einen Palaſt, oder beſſer geſagt in einen bewohnbaren Ort. An dem äußern Anſehen wurde indeß noch nichts verändert, immer blieb das Gebäude eine mit Thürmen beſpickte, von breiten Gräben umfaßte Feſtung; die bis dahin ſpärlichen und engen Oeffnungen vergrößerten und vermehrten ſich; an den Hofſeiten erhielten ſie die Dimenſionen wirklicher Fenſter, welche durch minder ſtarke und weniger nahe aneinander ſtehenden eiſernen

Digitized by Google

Stangen als früher geſchützt wurden. Nicht allein aber, daß man dem Gebäude mehr Licht verſchaffte, man war auch für die Verzierung jener bis dahin nackten Mauern durch Skulpturen bedacht. Die Sitten waren milder geworden und hatten ihre frühere Rauheit verloren; die Gebräuche wurden andere, es begann ſich ein gewiſſes Bedürfniß für Eleganz Bahn zu brechen. Jene erſten Verſuche des Luxus, jener koſtbare Ueberfluß wurde von dem Hofe mit der größten Gunſt aufgenommen, während er ſelbſt meiſtens den einfachen und rauhen Gewohnheiten des alten Feudallebens getreu blieb.

Man würde viel zu ſchreiben und zu leſen haben, wollte man über alle die von Karl V. am Louvre ausgeführten Baulichkeiten berichten. Sauval, welcher zu ſeiner Zeit noch die älteſten Dokumente der Oeuvres royaux, die in der Schatzkammer des Rechnungshofes aufbewahrt wurden, zu Rathe ziehen konnte, führt hierüber die umſtändlichſten Details an, auf deren Grund der ehemalige Konſervator der Alterthümer des Louvre, Graf Clarac, einen Plan von dem Louvre hergeſtellt hat, der ſehr intereſſant und lehrreich iſt; er iſt in Fig. 2 (Blatt 93) als Grundriß des Erdgeſchoſſes und auf Seite 49 als Grundriß des erſten Stockes, in Fig. 1 aber in einer Anſicht dargeſtellt, welche einem Gemälde aus dem Ende des 14. Jahrh., welches ehemals in St. Germain des Prés aufbewahrt wurde, jetzt aber ſich in St. Denis befindet, entnommen iſt *).

Karl V. änderte alſo ſo wenig an dem großen Thurme noch an dem Umfang der vier von Philipp Auguſt errichteten Hauptgebäude etwas; er erhöhte ſie aber um 4 bis 5 Toiſen, vermehrte die Zahl der Thürme, und um nun zu den oberſten Stockwerken, welche die reichſten und bequemſten geworden waren, zu gelangen, legte er an eine der innern Faßaden des Schloſſes eine runde Wendeltreppe an, welche ſein Architekt Raymond du Temple der Tradizion nach zu einem Wunderwerk machte, ſo zierlich hatte er ſie hergeſtellt und ſie mit ſchlanken Statuen und mit allen den hochſtrebenden und zarten Ornamenten geſchmückt, welche ſich ſo gern

*) In Fig. 2 (Blatt 93) iſt auf dem Haupthofe: A der dicke Thurm, B der Umfangsgraben, C Brücke, 1 Treppe, 2 Brunnen, 3 Retirade, D Kommunikazionsgalerie, E große Wendeltreppe, F Springbrunnen, G Pavillon; außer den Gräben des Louvre: H das große Thor von Paris, J Thurm an der Seine gegenüber des Thurmes von Neſle auf der andern Seite des Schloſſes (Blatt 94), K das Feldthor, L anderes Thor von Paris, M Thürme der Umfangsmauer, N erſter Eingang, O P kleine Gärten für den König und die Königin, R Stallhöfe, S Thurm der Philipp Auguſt'ſchen Mauern von Paris, T muthmaßlich der Schleuſenthurm, U Hof für die Artillerie, a Schuppen, b g Artillerie, c großer Pavillon, d Haus des Obriſten der Artillerie und deſſen Garten, e f h Stallhöfe, i hufeiſenförmiger Thurm, k Thurm gegen St. Nikolas, l Thurm gegen St. Thomas, m St. Nikolas, n Löwenhaus oder Menagerie, qq großer Garten, 1 Baſſin, 2 Fiſchteich, 3 Weingänge und Lauben; das Schloß ſelbſt: QQ Gräben, V Eckthurm, wahrſcheinlich der Waffenthurm, X gegen Paris gewendeter Thurm, YW Eckthürme, ZZ Thürme am Portal des Haupteinganges, 8 Thurm der Bücherei, a Thurm der großen Kapelle, bc Portal, d Mittelthurm gegen den großen Garten, dd hufeiſenförmiger Thurm gegen den großen Garten, ee zweiter Eingang gegen St. Germain l'Auxerrois, f Hofthurm, gh Zimmer der Königin, i Kapelle oder Oratorium, jk Kabinete, Bäder und Retirade, l kleine Treppe zu den Gemächern der Königin und des Königs, ll Galerie für das Ballſpiel des Königs, l'' ebenfalls Ballſpiel, m m² Veſtibule und Säle der königlichen Gemächer, nn² Wache- und Warteſaal, o neuer Saal der Königin, p Treppe zu den Appartements der Königin und des Königs, q großes Veſtibule, Treppe r zur Bibliothek, s noch beſtehende Treppe der Kapelle, s² Vorplatz: dieſe mit V, p, q, r, s² bezeichneten und zum Theil noch beſtehenden Räume ſind die älteſten Theile des Louvre oder die Reſte des alten Jagdſchloſſes, t große untere Kapelle, t² Portal der Kapelle, u großer unterer Saal, uu, Kommunikazionsgalerie, v kleine untere Kapelle, xx² Säle, x³ Gartenſaal, y Galerie, welche von der großen Treppe zu den Gemächern dieſes Flügels führt, y² Veſtibule, y²² Säle, zz Flügel, deſſen innere Eintheilung unbekannt iſt, x Centrum des gegenwärtigen Hofes, xx Achſe des Thurmes von Neſle, oo Achſe des Portals von St. Germain de l'Auxerrois, Δ Achſe des erſten Fenſters im Saale der Karyatiden; außerhalb des Umfanges: 1 Straße des Oratoriums, 2 Verlängerung der Straße du Coq, 3 desgleichen der Straße Champ fleuri, 4 desgleichen der Straße du Chantre, 5 desgl. der Straße St. Denis, 6 Rue de Beauvais. Auf Seite 49: A Kleinodienſaal, B Bibliothek der erſten Etage, C Waffenſaal, D noch beſtehende Treppe zur Kapelle, p Stiege, welche von den Gemächern des Königs zu denen der Königin führt, E neuer Saal des Königs, F großer Saal des Rechnungshofes, G Requettenſaal, H Schlafzimmer des Königs, I Oratorium, J Kabinete, K Bäder, L Treppe von dem Zimmer des Königs zu dem der Königin führend, M Ballſpiel, N kleine Treppe, a erſter Stock des dicken Thurmes, welcher ein Zimmer, eine Kapelle 2 und die Kabinete 3, 4 enthielt, b erſter Stock der Galerie, c große Treppe, d Veſtibule und Säle, y Galerien, y² Zimmer, O Saal des heil. Ludwig, P Paradeſaal, Q desgleichen, R großes Vorzimmer, S Schlafzimmer des Königs, T Oratorium, V Bäder und Kabinet, X große Kabinete, Y Galerie, Z obere Kapelle, W Galerie.

Digitized by Google

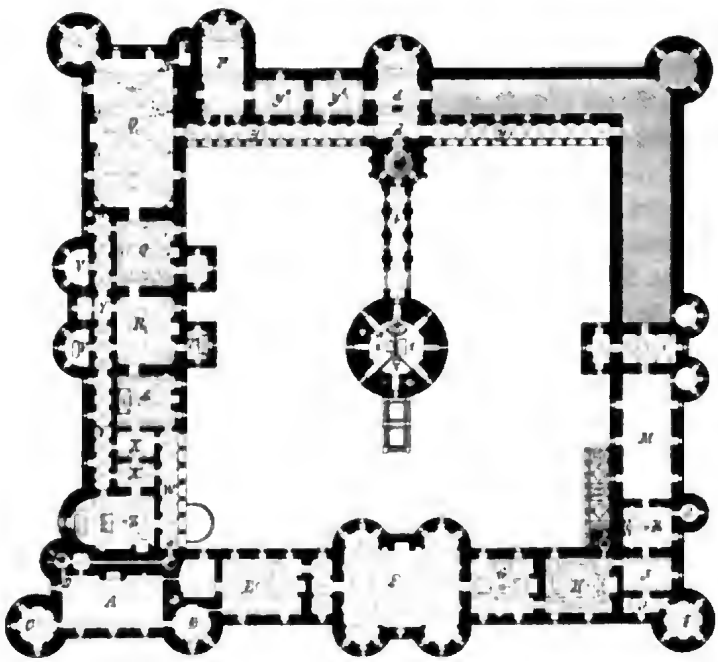
mit dem eleganten Spitzbogenſtil des 14. Jahrhunderts vermiſchten.

Ungeachtet dieſer Verſchönerungen, und obſchon die Ausſicht von den königlichen Gemächern auf den Fluß frei geblieben, wäre der Aufenthalt in dieſer Feſtung zu traurig geweſen, hätte der König nicht außerhalb der Gräben eine Menge von Gebäuden für den Dienſt und die Annehmlichkeit von mittelmäßiger Höhe anlegen laſſen, welchen Komplex man damals „die Stallhöfe“ nannte; ſie waren mit dem Schloſſe durch eben nicht große Gärten an der Flußſeite, durch größere Gärten aber an der entgegengeſetzten Seite verbunden und enthielten außer den Wohnungen für die Kronbeamten eine mit Löwen und Panthern verſehene Menagerie und Zimmer mit den Vögeln des Königs, Fiſchweiher, Baſſins, labyrinthartig angelegte Raſenplätze, Weingänge, Gartenlauben, Pavillons und ſolche im Mittelalter in Gärten gebräuchliche Verſchönerungen. Dieſe Parterres mit ihren ſymmetriſchen Abtheilungen, hier und da zerſtreut unter die in Form und Höhe ſo verſchiedenen Bauten, dieſes Chaos von Thürmen und Thürmchen, von denen die einen ſchwer auf die Sohle des Grabens ſelbſt laſten, während die andern gewiſſermaßen an den Mauern ohne Unterſtützung hängen, dieſes Pelemele von ſpitzigen, hier mit Blei, dort mit gefirnißten Ziegeln bedeckten Dächern, die bald mit ſchwerfälligen Wetterfahnen, bald mit Firſten und Helmbüſchen gekrönt ſind, welche in der Sonne erglänzen; alles das gleicht demjenigen nicht, was man heutigen Tages die Reſidenz eines Souverains nennt. Dieſe unordentlichen Maſſen aber und die Kontraſte, welche uns ſo maleriſch erſcheinen, machten damals ganz andere Eindrücke auf die Gemüther und ermangelten nicht der Großartigkeit noch der Erhabenheit. Damals waren die ſchönen Tage des feudalen Louvre, die Zeit, wo er lebendig, bevölkert und wohl unterhalten war. Alles aber änderte ſich nach dem Tode Karl V., welcher König ſelbſt an ſeinem Louvre eine Untreue begangen hatte. Das Hotel St.-Pol, das er zur Zeit der Gefangenſchaft ſeines Vaters gegründet, war unter ſeiner Regierung vollendet und vergrößert worden; er hatte daraus die bequemſte und prächtigſte Wohnung in der Mitte von Gärten, die zwiſchen der Straße St. Antoine und der Seine lagen, geſchaffen. Dieſes Hotel wurde die Lieblingsreſidenz Karl VII. und der Iſabelle, und während dieſer ganzen langen Regierung blieb der Louvre leer ſtehen. Als ſpäter der neue Palaſt auch wieder verlaſſen wurde, blühte dem Louvre kein beſſeres Loos. Karl VI., Beſieger und Herr von Paris, konnte es nicht über ſich gewinnen einen Ort zu bewohnen, der ſo viele traurige Erinnerungen in ihm erweckte; er verließ daher St.-Pol, ſtatt aber nach dem Louvre zuzückzukehren, ging er nur über die Straße St. Antoine und ließ ſich in dem Hotel des Tournelles nieder. Obgleich eben ſo geräumig, war dieſer Aufenthalt weniger freundlich; die ganze Place royale und die ſie begrenzenden Häuſer nehmen nur einen Theil des alten Parks des Tournelles ein. Dieſes Gebäude, von der Familie Orgemont dem Herzog Johann von Berry abgetreten, war von dem letztern aufs reichſte dekorirt worden; in den Händen Karl VII. aber wurde es ein wahrhafter Palaſt und bald waren die Annehmlichkeiten von Saint-Pol in den Hintergrund getreten. Das Hotel des Tournelles hatte 12 Galerien, eine Menge von Grasplätzen und Kapellen, ſechs große Gärten und ein merkwürdiges Labyrinth, Dädalos genannt. Obgleich Ludwig XI. nicht ſehr geneigt war ſeinem Vater nachzuahmen, nahm er dennoch ſein Palais an. Karl VIII. wohnte nicht viel in Paris; kam er aber dorthin, ſo ſtieg er in den Tournelles ab; Ludwig XII. ſtarb in denſelben, und Franz I. ließ ſich darin nieder. Ohne den gewaltſamen Tod Heinrich II. endlich, ohne jenen etwas hochtrabenden Schmerz, welcher die Witwe bei dem Parlamente zu dem Antrage brachte, die Tournelles zu demoliren und das Terrain als Bauplätze zu verkaufen, hätte das Palais Karl VII vielleicht noch lange das Vorrecht genoſſen die franzöſiſchen Könige aufzunehmen.

Während der ganzen Zeit, daß der Hof Tournelles bewohnte, wurde der Louvre mehr als vernachläſſigt und nur für die Erhaltung der Befeſtigung wurde Sorge getragen. Von Zeit zu Zeit reparirte man wohl einige Säle, in denen Feierlichkeiten ſtattfanden; was aber den Reſt des alten Feudalſitzes betraf, ſo war derſelbe, nachdem er 150 Jahre hindurch ganz verlaſſen geweſen, ſo heruntergekommen, daß er von allen Seiten zuſammenfiel. Glücklicherweiſe aber iſt die Lage des Louvre eine ſo ſchöne und ſein alter Name tönte noch ſo gut in gewiſſen Ohren, daß Franz I. davon gerührt wurde und es ihm in den Kopf kam, einige Bauten daran auszuführen. Er begann mit der Niederreißung des dicken Thurmes von Philipp Auguſt,

Digitized by Google

Oberes Geschoss.



Digitized by Google

welcher nach der allgemeinen Meinung das ganze Schloß verdunkelte und ihm das Anſehen eines Gefängniſſes gab. Die Zerſtörung ging im Jahre 1527 vor ſich und war erſt mit vieler Mühe nach 4 Monaten beendigt. Der Thurm hat 323 Jahre geſtanden. Als der Hof gereinigt war beſchloß der König die am meiſten beſchädigten Theile in einem der Hauptgebäude wiederherzuſtellen, jedoch ohne großen Erfolg, und nach einem Jahre gab er die Unternehmung wieder auf. Erſt als 12 Jahre ſpäter die Nachricht von der bevorſtehenden Durchreiſe Karl V. durch Paris eintraf, erneuerte ſich ſein Eifer für den Louvre. Anſtatt den Kaiſer in ſeinem Hotel zu empfangen, was einfacher und leichter geweſen wäre, kam ihm die Idee, den älteſten Palaſt des alten franzöſiſchen Königthums zu Ehren ſeines Gaſtes wieder ins Leben zu rufen; wahrlich kein geringes Unternehmen. Tauſende von Arbeitern mußten ſogleich Hand ans Werk legen; die Mauern wurden mit Malereien und Tapeten bedeckt; der größte Theil der Fenſter wurde vergrößert und von neuem verglaſt; an den Mauern und an den hölzernen Vertäfelungen mußten die Malerei und die Skulptur die Wappen Frankreichs, welche die Zeit vernichtet, wieder zum Vorſchein bringen; alles bis zu den Wetterhähnen wurde von neuem vergoldet. Dann wurde ein großer Theil der ſtarken Mauern und der Thürme, welche den Raum zwiſchen den Schloßgräben und dem Fluß einnahmen, demolirt, das Terrain geebnet, und an dieſem ganzen langen Ufer entlang errichtete man Schranken für die Turniere. Alle dieſe improviſirten Bauten koſteten ungeheuere Summen. Der Monarch erkannte es indeſſen, daß er mit ſo großen Koſten nur eine Theaterdekorazion hergeſtellt habe und daß, um dieſes ehrwürdige Gebäude wirklich bewohnbar zu machen, etwas anderes dazu gehöre, nämlich bauen und nicht reſtauriren. Hier beginnt nun die eigentliche Geſchichte des Louvre.

II. Der Louvre unter Franz I. und Heinrich II.

Als Franz I. den Entſchluß faßte den alten Louvre niederzureißen, um einen neuen zu erbauen, hatte er bereits 25 Jahre regiert, und die Renaiſſance war zum herrſchenden Geſchmack geworden; die Baukunſt hatte ſeit dem Anfange des Jahrhunderts eine völlige Umgeſtaltung erfahren. Nachdem der Spitzbogen drei Jahrhunderte hindurch eine unbeſtrittene Herrſchaft ausgeübt, nachdem er allmählig von der edelſten Einfachheit zum eleganteſten Reichthum, dann zum ausſchweifendſten Luxus übergegangen war, hatte er ſich durch die Uebertreibung ſeiner Verzierungen gewiſſermaßen erſchöpft wie ein im Abſtehen begriffener Baum, deſſen geſtörter Saft reichliche Früchte erzeugt, die er aber nicht mehr ernähren kann und welche ſein Ende verkünden. Dieſer ſo mächtige, ſo fruchtbare, der Geſellſchaft, unter welcher er blühte, ſo ganz anpaſſende Stil wurde nach und nach außer Stande geſetzt ſeine urſprüngliche Reinheit wieder zu erhalten oder ſich durch neue Erfindungen zu verjüngen; ſeine Stunde war gekommen, er konnte einer Umwandlung nicht entgehen. Unter ſolchen Umſtänden erſchien jene, manchmal bizarre, jedoch ſtets anmuthige Verbindung der letzten Reminiscenzen des entarteten Spitzbogenſtils und der erſten Rückkehr zur antiken Kunſt, wie ſie Italien wieder ins Leben gerufen: eine Architektur der Phantaſie und des Ueberganges, deren erſtes Auftreten in die letzte Zeit der Regierung Karl VIII. fällt, ſich unter Ludwig XII. und dann unter ſeinem Nachfolger fortſetzt und ſo reizende Beiſpiele wie zu Amboiſe, Gaillon, Blois, Chambord und an ſo vielen andern Orten hinterließ.

Hiermit war aber nur die erſte Phaſe einer begonnenen Revoluzion zurückgelegt; ſo wenig in der Architektur wie in der Politik bleibt man auf einer ſchiefen Ebene ſtehen; von Schritt zu Schritt geht man bis zum äußerſten Punkt, gegen den man hingezogen wird, fort. Der Zweck, den der Geiſt der Neuerung damals erreichen wollte, war die Wiederherſtellung der antiken Architektur, die Wiedereinführung der griechiſchen und römiſchen von Vitruv kommentirten Ordnungen, die Wiederanerkennung ihrer Legitimität, ihrer Autorität und ihrer Prärogative. Dieſe Reſtaurazion hatte ſeit langer Zeit und auf eine ganz natürliche Art in Italien ihre Vollendung erreicht; in Frankreich erſchien ſie wie aus den Wolken gefallen, nur von einigen Gelehrten provocirt, ſtand ſie wurzellos auf dem populären Boden. Der alte nazionale Geſchmack, ſo abgeſtumpft und ſo ſchwankend er war, befand ſich noch nicht in der Stimmung, ſich auf den erſten Anlauf zu ergeben; um ihn zur Entſagung zu bringen, mußte man behutſam verfahren. Dies iſt die Urſache, warum der Anfang des 16. Jahrhunderts wie eine Art von Waffenſtillſtand und Neutralität vorüberging; der Spitzbogen herrſchte nicht mehr, die Säulenordnungen herrſchten noch nicht. Der gedrückte Bogen, dieſe unbeſtimmte Form, dieſe dienſtfertige Krümmung, welche jede

Digitized by Google

Art von Stütze acceptirt und für die phantaſtiſchſten Ornamente geeignet iſt, war das Mittelglied, welches den Uebergang herbeiführte. Bald aber gewannen die Neuerer nach und nach Terrain, der Geſchmack modificirte ſich ohne ſein Wiſſen durch die Logik; die Vernunft verfehlte nicht jenes konfuſe Gemiſch aller Stile zu verrufen und dagegen jene gelehrten Formen zu lobpreiſen, deren ausſchließlichen Triumph man wünſchte. Von Stunde zu Stunde gewöhnte ſich die Oeffentlichkeit mehr daran, jedes dekorative Element, das im Verdacht ſtand, von nah oder fern der Familie des Spitzbogens anzugehören, erſt zu verändern, dann ganz auszuſtoßen und endlich zu verfolgen. Bald wurde dieſes Werk der Läuterung beinahe ganz vollkommen, und von nun an hatte die erſte Periode der Renaiſſance, die launiſche und getheilte Periode, ihr letztes Ende erreicht. Und gerade dies iſt der Moment, bei welchem wir angekommen ſind. Man kann behaupten, daß um das Jahr 1540 jeder Vertrag, jedes Kompromiß mit den architektoniſchen Begriffen des 13., 14. und 15. Jahrh. entſchieden gebrochen und daß von dem alten nazionalen Stil keine Spur mehr vorhanden war. Der Sieg gehörte Italien oder vielmehr dem Alterthume an; wir würden geſagt haben, dem Heidenthume, wenn es jetzt nicht an der Tagesordnung wäre, mit dieſem Wort einen ſo merkwürdigen Mißbrauch zu treiben.

Ging nun, nachdem dieſes Terrain der Nachahmung einmal betreten worden, jede franzöſiſche Originalität verloren? War der Genius der Architektur, der ſich dort ſeit dem 12. Jahrh. als ein erfindender gezeigt hatte, gänzlich eingeſchläfert worden? Nachdem er Europa während der ſchönſten Epoche des Spitzbogenſtils als Vorbild gedient, begab man ſich nun unter die Disciplin der klaſſiſchen Ordnungen, verzichtete man auf jede Diſtinkzion, auf jede nazionale Phyſiognomie, und legte man ſich einfach an das Zugſeil der Italiener? Das Beiſpiel der letzteren war damals doppelt gefährlich, und zwar erſtens, weil die für ihr Klima geeigneten Bauwerke ſich in keinem Falle ungeſtraft nach dem franzöſiſchen verpflanzen laſſen, und zweitens, weil um das Jahr 1540 Italien ſowohl in der Architektur als in der Malerei, ſo wie in allen Künſten des Zeichnens vom geraden Wege abzuweichen begann und ſeine eigenen Doktrinen aus dem Auge verlor, indem es ſich bei dem Einfachen und Wahren nicht gefiel und ſich von den Lockſpeiſen des deklamatoriſchen und theatraliſchen Stils verführen ließ. Frankreich entrann, zum großen Theil wenigſtens, den einen und den andern dieſer Gefahren, und doch ſchien die italieniſche Kolonie, welche der König an ſeinen Hof gezogen, die Kolonie von Fontainebleau, auf ſeine architektoniſche Zukunft einen unwiderſtehlichen Einfluß auszuüben. Obgleich ſie nicht ganz aus Architekten beſtand, ſo waren doch einige darunter, und alle Bildhauer jener Zeit waren mehr oder minder Architekten. Die Naldilli, della Palla, Antonio Mimi, handhabten nicht bloß den Meißel, ſie miſchten ſich auch nur zu gern in Bauſachen ein. Wäre man ihnen gefolgt, ſo exiſtirte in Frankreich kein ſichtbares Dach mehr; jene Schieferdächer, welche die Gebäude bedecken, erſchienen ihnen als eine Barbarei, als ein altes galliſches Vorurtheil, als eine mit der ſchönen Baukunſt unverträgliche Tradizion; ſie vergaßen nur einen Umſtand, den nämlich, daß 50 oder 60 Centimeter Regen jedes Jahr auf die Gebäude Frankreichs fällt, ohne vom Schnee, Reif und Nebel zu ſprechen. Und, indem ſie auf der andern Seite für die Ordnungen mit einer religiöſen Verehrung predigten und zu Vitruv ſchworen, erlaubten ſie ſich ſchon die Antike auf eine gewiſſermaßen kavaliermäßige Art auszulegen, indem ſie alle mehr oder weniger, was in ihrem Vaterlande damals Glück machte, nach Großartigkeit und Effekt, ſelbſt auf Koſten des Naturells, haſchten und ihre Profile unverhältnißmäßig accentuirten, vorgebend, daß nur Trockenheit und Magerkeit in jenem weiſen Maßhalten liege, das man vor ihrer Zeit Zartheit und Diſtinkzion nannte. Auf der einen Seite alſo keine Rückſicht auf die gebieteriſchen Erforderniſſe unſeres Klima's, und auf der andern Seite das Verlangen bei unſerm Eintritt in die klaſſiſche Laufbahn über die erſte Phaſe jenes großartigen Stils, ſeine reinſte Phaſe, jene Periode der Jugendkraft und Sittenreinheit, worin ſich die italieniſchen Meiſter des 15. Jahrhunderts, die Brunelliſchi, Alberti, Balthaſar Peruzzi, Bramante, unſterblich gemacht, ohne Weiteres hinweg zu ſpringen: das hätte das Reſultat jener Lehren, jener Beiſpiele und beſonders jener Sarkasmen ſein können, welche den Franzoſen von Fontainebleau zukamen. Man lachte dort über alles, was nicht mit der letzten italieniſchen Mode übereinſtimmte, und der Ruf der Lacher war ſo ausgebreitet, daß er vielen Leuten imponiren konnte.

Glücklicher Weiſe traten in jener Zeit einige mannhafte Künſtler, verſtändige und entſchloſſene Gei-

Digitized by Google

ſter auf, welche es begriffen, daß die Geſetze der Natur vor allem reſpektirt werden müſſen, und daß die nazionalen Gewohnheiten ebenſowohl einige Rückſicht verdienen. Beinahe eben ſo vertraut mit der Praxis der Kunſt als die renommirteſten jener Ultramontaniſten; eben ſo begeiſtert wie ſie für die antiken Ordnungen, deren Theorie ſie gründlich kannten, und ſie mit einem Eifer verehrend, der jeden Verdacht von Häreſie verbannt, waren ſie im Recht ſich Gehorſam zu verſchaffen und übten einen wohlthätigen Einfluß auf alle wichtigen Bauten bei ihren Lebzeiten aus. Ihnen iſt es zu danken, daß jene zweite Periode der Renaiſſance, die freie klaſſiſche Periode, entfernt die Franzoſen, wie man es fürchten konnte, zu flachen Nachahmern herabzuwürdigen, ihnen vielmehr einen neuen Weg öffnete und ihnen eine Gelegenheit, wenn auch nicht zu ſo großen Schöpfungen wie im 13. Jahrhundert, doch wenigſtens zu Kombinazionen gab, die wirklich originell genannt werden können. Der erſte Schritt auf dieſer Bahn war ein wirkliches Meiſterſtück. Zwei oder drei Jahre vor ſeinem Exil und am Hofe ſchon weniger gelitten, hatte der Connetable Anne de Montmoreney die Wiederherſtellung ſeines alten Schloſſes Ecouen begonnen. Für Italien wenig eingenommen und das Gefallen des Königs an den Männern dieſes Landes mißbilligend, beauftragte er einen franzöſiſchen Architekten, Jean Bullant, mit dieſem Bau und ließ ihm ein freies Feld für ſeine Kunſt. Gerade um das Jahr 1540, wo Franz I. ſich mit dem Louvre zu beſchäftigen anfing, war es, als die Faßaden in die Höhe ſtiegen und ihre Phyſiognomien ſich zu entwickeln begannen, und ſehr ſchnell waren die Bauten des Connetable Gegenſtand des Geredes; es war das erſtemal, daß in Frankreich ein ſo ſorgfältig ſtiliſirter, den Vorſchriften der Antike ſo treu nachgeahmter Bau geſehen wurde. Und dennoch hatte ſein Anblick nichts Exotiſches und nichts zu Neues; ſeine ſo rein profilirten Säulen, ſeine ſo richtig proporzionirten Pilaſter und Chambranles, ſeine ſo mäßigen und ſo gut angebrachten Details ſtanden ganz zwanglos in Harmonie mit den hauptſächlichſten und weſentlichſten Bedingungen des franzöſiſchen lebensherrlichen Schloſſes. Nicht allein, daß man die großen ſteilen Dächer beibehalten hatte, das Gebäude wurde auch mit vorſpringenden Pavillons, als eine beſtändige Erinnerung an die alten Feudalthürme, flankirt; ein Graben verhinderte den Zugang, und auf der dem Felde zugewendeten Seite behielten die Faßaden mit ihrer kräftigen Einfachheit etwas von den Tradizionen des feſten Schloſſes, während die Hofſeite mit ihrem zierlichen Reichthum den eleganteſten Palaſt verkündigte. Das Problem war alſo gelöſt.

Die Kolonie ſelbſt fand daran nichts, was ſie durchhecheln konnte; man mußte dieſem jungen Architekten ein durchdachtes Studium, ein tiefes Erkenntniß des jeder Ordnung eigenthümlichen Charakters, mit einem Worte, eine ſolche „maestria“ anerkennen, daß er über jeden Witz erhaben war. Außer der Ehre für die Geſchichte, die zweite Periode der franzöſiſchen Renaiſſance eröffnet und begründet zu haben, hat ſich Jean Bullant einen ewigen Ruhm dadurch erworben, daß er einen der auserleſenſten Typen jener anmuthigen Architektur herſtellte. Ecouen iſt ein Originalmeiſterwerk, hervorgegangen aus fremden Elementen, eine gleichzeitig ſo naive und kenntnißreiche Kombinazion, daß die Feinde des klaſſiſchen Geſchmacks daran den Ausdruck und das maleriſche Ganze bewundern, während die wärmſten Verehrer des antiken Stils die geringſten Details dieſes Gebäudes als die auserleſenſten und richtigſten Vorbilder ihrer Lehren und Vorſchriften betrachten.

Um dieſelbe Zeit begannen zwei Männer Aufſehen zu erregen, welche mit Bullant in ziemlich gleichem Alter waren und mit ihm in Talent und Kenntniſſen wetteifern konnten; der eine war Pierre Lescot, der andre Philibert Delorme. Nachdem der letztere ſeine ganze Jugendzeit in Italien zugebracht, hatte er ſich in Lyon, ſeiner Vaterſtadt, vor 4 oder 5 Jahren niedergelaſſen, daſelbſt mehrere Gebäude ausgeführt und das Portal der Kirche St. Nizier ſo weit aufgeführt, wie es noch vor einigen Jahren beſtand als der Kardinal du Bellay, entzückt von dem neuen und kühnen Plan und der ſchon über der Erde ſich erhebenden doriſchen Ordnung, die Arbeiten einſtellen ließ und den Architekten nach Paris entführte. Lescot hatte, wie man aus den wenigen Dokumenten urtheilen kann, die man über ihn beſitzt, eben ſo wenig als Bullant Italien beſucht; doch war er mit wunderbarem Trieb in die tiefſten Geheimniſſe der Kunſt eingedrungen. Dieſen drei Namen müßte noch der des Jean Goujon hinzugefügt werden, wenn der hauptſächlichſte Ruf dieſes großen Künſtlers nicht von den köſtlichen Werken ſeines eleganten Meißels herrührte.

Digitized by Google

Nichts deſtoweniger kultivirte er wie alle Bildhauer ſeiner Zeit die Architektur. Es liegt zwar kein Beweis vor, daß er ganz allein den Bau eines Monuments ausgeführt habe; er war indeß ſicherlich bei allen den Gebäuden, die er dekoriren half, ſowohl bei dem Entwurfe als der Ausführung betheiligt.

Dies waren die jungen und kräftigen Repräſentanten der franzöſiſchen Kunſt in jener Zeit, in welcher über die Zukunft des Louvre entſchieden werden ſollte. Bevor ſich aber der König an ſie wandte ließ er Serlio zu ſich kommen und verlangte von ihm einen Bauplan. Serlio war ein ausgezeichneter Künſtler, obſchon er heutigen Tages kaum anders als ein theoretiſcher und didaktiſcher Schriftſteller bekannt iſt.

Von Balthaſar Peruzzi erzogen, Erbe ſeiner Zeichnungen und treu geblieben deſſen Lehren, ſo viel es ſich in jener Zeit thun ließ, hatte er Italien nach dem Tode ſeines Lehrers verlaſſen und arbeitete ſeit vier Jahren in Fontainebleau. Man kennt den Plan des Serlio nicht, den er für den Louvre vorſchlug; doch hat es allen Anſchein, als ob die Veränderung deſſelben eine radikale und koſtſpielige war. Ungeachtet ſeiner Vorliebe für Pracht und Glanz nahm ihn der König nicht an, wozu ihn aber wohl weniger der Koſtenpunkt als ſeine abergläubiſche Verehrung für den alten Plan des Louvre bewog; wohl wollte er ſich einen neuen Palaſt verſchaffen, doch wünſchte er denſelben auf die Grundlagen des alten erbaut. Die Benützung dieſer alten Ueberbleibſel, die Beſchränkung auf dieſen engen Raum, nicht die geringſte Ehrfurcht vor Karl V. und Philipp Auguſt, das alles konnte ſich in einem italieniſchen Kopfe nicht vereinigen, ſo gut geregelt er auch ſonſt war. Der Monarch und der Architekt konnten ſich alſo nicht verſtändigen. Serlio kehrte zu ſeinen Stuckarbeiten nach Fontainebleau zurück, und nach Verlauf einiger Jahre ließ er ſich in Lyon nieder, wo er um 1552 ſtarb. Einige haben behauptet, daß, als er die Ideen des Königs nicht begreifen konnte, er die gute Manier oder nach andern die Malice hatte zu ſagen, daß Ihre Majeſtät ſich einem Franzoſen verſtändlicher machen würden. Wahr nun oder nicht, der Rath wurde befolgt; der König berief einen Franzoſen, nicht aber trotz ſeiner neueſten Erfolge den Architekten des Connetable, ſondern ſeine Wahl fiel auf Peter Lescot.

Die Wahl war glücklich geweſen; Niemand war beſſer für jenes königliche Werk geeignet. Lescot hatte vielleicht nicht den feinen Geſchmack des Bullant, doch war er korrekter und ſicherer als Delorme; beide aber übertraf er durch den Reichthum und den Umfang ſeiner Ideen; ſein Geiſt war feuriger, poetiſcher. Bullant hatte ſeine Anordnungen beſſer kombinirt, in ſein Monument mehr Ruhe eingeführt, die Hülfsmittel der Dekorazion bloß auf einige Punkte konceatrirt, und ſo die feinſten Kenner zufriedengeſtellt; in den Augen der Menge fehlte aber daran Kraft und Glanz. Delorme würde ſich wahrſcheinlicher Weiſe einige gewagte Effekte erlaubt haben; ſein natürlicher, durch einen ſo langen Aufenthalt in Italien gekräftigter Hang trieb ihn zu Experimenten; er hatte einen erfinderiſchen zu allem fähigen Kopf; er war Rechner und Mechaniker. Obgleich er als Architekt mehr gethan als nothwendig iſt, um berühmt zu werden, ſo hat er ſeinen großen Ruf doch beſonders ſeinem Talent als Conſtructeur und beſonders dem ſinnreichen Syſtem der Dächer zu verdanken, die ſeinen Namen erhalten haben. Lescot, beſonders in Verbindung mit Jean Goujon, war alſo nach allem dieſen die Wahl par excellence, wovon wir auch den Beweis in dem Wenigen ſehen, was von dem Werke übrig geblieben, das von dieſen beiden großen Künſtlern begonnen wurde. Beſucht man Italien, ſo ſtößt man allerdings auf Monumente, bei denen die Geſetze der antiken Kunſt mit mehr Kühnheit und Genie angewendet ſind; auch bemerkt man daran eine vortrefflichere Ausführung, eine zartere Vollkommenheit; wo findet man aber jenes harmoniſche Ganze, jenen Reichthum ohne Verwirrung, jene Symmetrie ohne Kälte, jene üppige und ſinnige Einbildungskraft, die immer Herrin über ſich ſelbſt iſt und beſtändig die Feinheit des Geſchmacks und den natürlichen Verſtand mit den geiſtreichſten Einfällen verbindet? Darin, kann man behaupten, liegt das große Geheimniß jener franzöſiſchen Renaiſſance, wovon der Louvre der vollſtändigſte Ausdruck iſt. Vergeſſen wir nicht, daß wir von dem Louvre des Lescot ſprechen, d. h. bloß von einem Fragment des jetzigen Hofes, und daß man, um dieſes Fragment zu beurtheilen, ſich die benachbarten Bauwerke, die es erdrücken, die Anbauten, die es entkräften, hinweg denken, und das Monument auf die Dimenſionen gebracht und auf den Point de Vue der Architekten geſtellt ſehen muß.

Eilen wir aber nicht ſo ſehr; ſpäter werden wir

Digitized by Google

von den Vergrößerungen, von den Weglaſſungen, von den Verſtümmelungen jeder Art reden, welche der Louvre von Leſcot erfuhr. In der Zeit, in welcher wir jetzt ſtehen, ſehen wir nur einen Entwurf vor uns; nichts iſt noch erbaut und die Pläne befinden ſich nur in den Händen des Königs, von denen wir keine Kenntniß haben, denn Sauval, welcher von 1660 — 1680 ſchrieb, meldet bereits, daß ſie ſeit langer Zeit verſchwunden waren, daß diejenigen der Architekten Heinrich IV ebenfalls nicht mehr exiſtirten, und gibt zu verſtehen, daß die einen wie die andern beſeitigt worden wären, um keine Vergleichungen anſtellen zu können und keine Bedauerniſſe zu erwecken. Wir können jetzt dieſe Lücke auch nicht ausfüllen, wir können den vollſtändigen Entwurf Leſcot's nicht zuſammenſetzen. Umſonſt wenden wir uns an jenen einzigen gleichzeitigen Schriftſteller, der ſich fleißig mit dem Louvre beſchäftigte und welcher beſſer mit dem Meißel als mit der Feder ihn uns beſchrieben und dargeſtellt hätte. Ducereeau hat keine Sorge getragen uns wie bei den Tuilerien und mehreren andern Schlöſſern Kenntniß davon zu geben, was der Louvre geworden wäre, hätte man ihn ſo vollendet, wie ſein Autor ihn entworfen hat. Er beſchränkt ſich bloß darauf, einige Theile zu beſchreiben, die ſchon vollendet waren als er ſeine Platten gravirte, nämlich im Anfange der Regierung Heinrich III um das Jahr 1576. In jener Zeit leitete Leſcot die Arbeiten am Louvre nicht mehr; am Ende ſeiner Laufbahn ſah er ſein großartiges Projekt eingeſtellt und vertagt, während die Königin Katharina, welche nach dem Tode ihres Gemahls den Bau ſo lange und wie ſie wollte fortführte, ſchon an die von Leſcot errichteten Hauptgebäude Anbauten zugefügt hatte, die ihrem Geſchmack und ihrer Bequemlichkeit gefielen, ohne ſich darum zu kümmern, ob ſie zu den erſten in harmoniſcher Verbindung ſtanden.

Ducerceau gibt uns alſo keinen Anhaltspunkt zur Ergänzung des Leſcot'ſchen Entwurfes, nach welchem zu der Größe des Louvre, wie er bis dahin beſtand, nämlich beiläufig ein Viertheil ſeines jetzigen Umfanges, nichts mehr hinzugefügt wurde. Ein Beweis davon iſt der Umſtand, daß ſüdlich und weſtlich, die beiden einzigen Punkte, welche Leſcot in Angriff genommen, ſeine Bauten auf den dicken Mauern Karl V. ruhen, welche auf die Mauern Philipp Auguſt's geſetzt waren. Es iſt alſo alle Urſache vorhanden anzunehmen, daß er nördlich und öſtlich ebenfalls ſeine neuen Faßaden auf die Stelle der alten ſetzte. Man kann bloß die Frage ſtellen, ob nach ſeiner Idee die vier Seiten des Vierecks dieſelbe Höhe haben ſollten, und ob nicht eine derſelben aus einer bloßen ebenerdigen Galerie beſtehen ſollte, aus deren Mitte ein Pavillon hervorgegangen wäre, der das Portal des Gebäudes gebildet hätte? dieſe ſeitdem oft und beſonders beim Palaſt Luxembourg angewendete Anordnung war nun nicht mehr ohne Beiſpiel. Es ſoll damit nicht behauptet werden, daß man ſchon darauf verzichtet hatte, an allen vier Seiten geſchloſſene Paläſte zu erbauen; die Tuilerien unter andern, welche 20 Jahre ſpäter begonnen wurden, ſollten nach dem urſprünglichen Plan ein auf den vier Seiten bebautes Parallelogramm bilden; die Höhe der Bauten war auf die Größe der Höfe berechnet, welche ſie einſchließen ſollten. Konnte dagegen hier der auf ein Viertheil ſeiner jetzigen Größe reducirte Hof von vier Faßaden umfaßt werden, die eine Höhe von 75 Fuß hatten? Wäre nicht ein Durchblick, eine Oeffnung nothwendig geworden, um der Luft und dem Licht Eingang zu verſchaffen? Wenn das Projekt Leſcot's von dieſer Art war, ſo hätte dieſe Oeffnung an der Oſtſeite angebracht werden müſſen, denn nach der Tradizion mußte er den Haupteingang an dieſe Seite legen. Endlich vermuthet man auch, und Sauval beſtätigte es, daß Leſcot zur Vervollſtändigung ſeines Entwurfes die Abſicht hatte, den ganzen Raum zwiſchen dem Louvre und der Stadtmauer in einen großen Garten umzuſchaffen. Dieſe Mauer, welche unter Philipp Auguſt beiläufig der Richtung der Straße des Poulies folgte und den Louvre außerhalb den Wällen ließ, war unter Karl V bis ſieben oder achthundert Meter abwärts, beiläufig bis zu der Stelle geführt worden, wo jetzt das Gitter ſteht, das den Carrouſelplatz von dem Hof der Tuilerien trennt. Es wäre alſo auf dieſem jetzt abgetragenen Terrain geweſen, wo Leſcot ſeinen Garten anlegen wollte; eine damals leicht auszuführende Abſicht, denn auf dem ganzen Raume waren nur zwei unbedeutende Kirchen, zwei tracirte, aber nicht bebaute Straßen (Froidmanteau und St. Thomas), ein kaum in den Fundamenten begonnenes Hoſpiz, dann hier und da einige Häuſerchen. Das Ganze hätte demnach mit geringen Koſten zu der königlichen Reſidenz gezogen werden können. Welche Veränderungen aber hundert Jahre ſpäter! Jenes Terrain war nun mit großen und prachtvollen

Digitized by Google

Hotels, mit Häuſermaſſen und mit neuen oder vergrößerten Kirchen bedeckt; die größten Namen und die erſten Schöngeiſter Frankreichs hatten ſich hier und da auf dieſem Terrain feßhaft gemacht, weil ſie ſich in der Nähe des Louvre und des Kardinalpalaſtes befanden. Wer hätte ſich damals eingebildet, daß noch jemals eine Gelegenheit kommen würde, den Entwurf Lescots wieder auftauchen zu ſehen? Indeſſen zwei Jahrhundert nachher machten die Verhältniſſe und die Millionen dieſen Platz wieder frei und freier als jemals; werden wir ihn aber jetzt mit grünen buſch- und baumbeſtandenen Fluren bedeckt ſehen? — Nein! Steine ſind es, die man auf ihm zuſammen thürmt! — Brechen wir aber von dieſem Gegenſtande ab, wir eilen zu ſchnell über die Jahrhunderte hinweg, denn wir befinden uns ja noch in der Zeit Franz I.

Mit Ausnahme jener hypothetiſchen, ſo eben beſprochenen Punkte iſt das Projekt Lescot's verſtändlich, obgleich die Pläne davon verloren gegangen ſind, und das, was er ſelbſt davon ausgeführt hat, erklärt das Uebrige. Lescot wie Bullant war vor allem franzöſiſcher Architekt; er inſpirirte ſich von der Antike, er eignete ſich ihre Ideen an, ſprach aber deshalb immer in ſeiner Mutterſprache und ſelbſt mit Nachdruck. Weit entfernt alſo, jene Dächer zu verſtecken, hob er ſie klar hervor; an die vier Ecken ſeines Gebäudes ſetzte er dem Gebrauche gemäß vier große quadratiſche Pavillons, wovon ein einziger, der ſüdweſtliche, aufgeführt wurde, der lange Zeit unter dem Namen „Königspavillon“ bekannt war und jetzt nicht mehr ſichtbar iſt, da er unter der Maſſe verſchwindet, welche den Saal der Sept-Cheminées enthält, glücklicherweiſe aber von Ducerceau gravirt worden iſt. Endlich hatte Lescot in ſeiner Verehrung für die nazionalen Tradizionen dem Aeußern des Louvre einen ganz andern Charakter als den innern Faßaden gegeben; an der Hofſeite herrſchte Reichthum und Glanz, an der Außenſeite ein ſtrenger Ernſt, wovon uns die gegen die Tuilerien gewendete Seite vielleicht einen Begriff geben kann, obgleich vor jener mit ſparſamen Fenſtern verſehenen Faßade keine Spur mehr von dem Graben vorhanden iſt, der ſie ſchützte.

Der König hatte Gefühl für das Schöne; vom Anfange an war er für die Ideen Lescot's eingenommen, und dennoch zögerte er lange ſie zu genehmigen, denn er pflegte dergleichen Dinge in lange Ueberlegung zu nehmen, obgleich er in einem Alter und bei ſolcher Geſundheit war, welche raſche Entſchließungen zulaſſen. Im Jahre 1541 wurde mit der Niederreißung begonnen und zwar mit dem weſtlichen Flügel, in dem ſich der große Saal des heil. Ludwig, die Bibliothek Karl V. und andere mit zierlichen Skulpturen bedeckte Galerien befanden.

Als der Bau einmal begonnen, nahm er keine ſehr großen Fortſchritte, obgleich ſich Lescot wie geſagt der alten Fundamente bediente. Die außerordentliche Sorgfalt, die er für die Solidität ſeines Werkes anwendete, die Schönheit des Verbandes an jenem Theile des Gebäudes, die Auswahl der Steine, die kaum wahrnehmbaren Fugen der Schichten erklären dieſe Langſamkeit. Bei dem Tode Franz I. im Jahre 1547 hatte dieſer im Bau begriffene Flügel ſeine Höhe noch nicht in der ganzen Ausdehnung erreicht; das Niederreißen des andern parallel mit dem Fluſſe laufenden Flügels war kaum angefangen, und der dicke Eckpavillon ſtieg noch nicht bis über den Boden hinauf. Es iſt freilich zu bemerken, daß man mit dem Nützlichen den Beginn gemacht hatte; es war der große Officenhof, (einer der hauptſächlichſten „basses cours“ Karl V., ein großer Gebäudekompler, von dem jetzt nichts mehr beſteht, der aber ſehr bedeutend war, denn er nahm den ganzen Raum zwiſchen dem gegenwärtigen Thore des Muſeums und dem Uhrpavillon bis zur Höhe der Straße Froidmanteau ein), den man von Grund aus wiedererbaute. Was den Louvre ſelbſt betrifft, ſo wiederholen wir es, daß Franz I. davon mehr abbrechen als erbauen ließ und endlich ſtarb ohne auch ſelbſt nur zum Theil von dem Effekt dieſes ſchönen Planes, der mit ſeinem Namen verknüpft iſt, etwas geſehen zu haben. Man darf daher die lateiniſche Inſchrift aus dem Jahre 1548: Henricus II. christianissimus, vetustate collapsum, refici coeptum a patre Francisco I. rege christianissimo, mortui sanctissimi parentis memor pientissimus filius absolvit, anno a salute Christi MDXLVIII., welche über eine der Thüren des Karyatidenſaals ſteht, nicht wörtlich nehmen. Der Bau, deſſen Vollendung dieſe Inſchrift verkündigt, iſt ſicherlich nicht der ganze weſtliche Flügel; man gebrauchte, als Franz I. im Jahre 1547 ſtarb, noch mehr als ein Jahr, um ihn zu vollenden. Gewiß handelt es ſich nur um einen Theil dieſes Flügels und wohl um den Karyatidenſaal ſelbſt, oder wie man ihn damals nannte, um den großen Saal der Garden. Später, im Jahre

Digitized by Google

1548, arbeitete man noch an dem weſtlichen Flügel, und die Skulpturen dieſer Faßade, ſowohl die von Paul Ponce an der Attike, als die von Jean Goujon in den untern Ordnungen, konnten erſt im Jahre 1556 vollendet werden. In der Zwiſchenzeit hatte Heinrich II. den Pavillon des Königs beinahe vollendet, und der ſüdliche Flügel war bis beinahe zu zwei Drittel ſeiner Länge ausgeführt worden, als ihn der Tod überraſchte.

Dieſer frühzeitige Tod, welcher Frankreich in bürgerliche Zwiſtigkeiten verſetzte, war für den Louvre nicht minder nachtheilig, und man kann ſagen, daß ſich ſein Geſchick veränderte. Hätte der König nur das Alter ſeines Vaters erreicht, ſo würde Leſcot ſein Werk vollendet haben, und wäre das Gebäude ausgeführt geweſen, ſo hätte man ſchwerlich den Plan verändern können. Die beinahe einſtimmige Bewunderung, welche ſich ſeit drei Jahrhunderten an ein bloßes Fragment dieſes Meiſterwerkes knüpft und es, zum großen Theil wenigſtens, gegen Vandalen aller Art geſchützt hat, wäre noch bei weitem größer geweſen für ein vollſtändiges Monument, für ein harmoniſches Ganze. Heinrich II. war vielleicht unter allen Fürſten der geeignetſte dieſen großen Entwurf zu Ende zu führen, denn er war eben ſo beſtändig mit ſeinen Künſtlern wie mit ſeinen alten Maitreſſen. Während der 12 Jahre ſeiner Regierung fiel es ihm nicht ein einzigesmal ein Leſcot in ſeinen Plänen irre zu machen, neue zu erſinnen, oder ſie in irgend einem weſentlichen Punkte zu verändern. Er hatte keine Launen, zeigte ſelbſt nicht jene Ungeduld, welche die Mächtigen der Erde nur zu oft zeigen. Er verſtand es wohl, daß ein Fürſt mehr zu ſeiner Ehre als zu ſeinem Vergnügen bauen muß, und obgleich er eine ganz beſondere Vorliebe für den Aufenthalt im Louvre beſaß, ſo litt er es doch während der 12 Jahre ſeiner Regierung, daß der Louvre unbewohnt blieb und ſtets von Steinen, Handlangern und Maurern eingenommen war.

III. Der Louvre unter den drei Söhnen Heinrich II.

Als nach dem Tode Heinrich II. ſeine Witwe jene blutigen Tournelles wie einen verfluchten Palaſt plötzlich verließ, machte ſie den Louvre zu ihrem Wohnſitz. Von nun an nahm alles eine andere Wendung. Anſtatt mit Ruhe den Bau fortzuſetzen, ohne ſich zu übereilen, wie es bei einem Kunſtwerk nothwendig iſt, hatte man nur den einen Gedanken, befahl man nur das eine den Künſtlern: den Louvre bewohnbar zu machen. Die begonnenen Arbeiten wurden eingeſtellt; es war nun nicht mehr die Rede davon, den Abbruch des nördlichen und öſtlichen Flügels zu vollenden, um ſie nach und nach, wie es unter dem verſtorbenen König geſchehen, durch Hauptgebäude und Pavillons von prunkender Solidität zu erſetzen, ſondern man ſtellte die Vollendung und die Dekorazion aller, ſelbſt der beinahe vollendeten Theile des Gebäudes ein, welche nicht für die Appartements der Königin und ihrer Kinder beſtimmt waren und folglich nicht als Bedürfniß betrachtet wurden. Das iſt der Grund, warum gewiſſe Skulpturen, z. B. an der Treppe Heinrich II., unvollendet blieben und es jetzt noch ſind, denn die Bildhauer mußten nun alles aufbieten die zur königlichen Wohnung beſtimmten Theile zu vollenden.

Ob nun Leſcot an dieſer neuen Art des Louvrebaues Theil nahm wiſſen wir nicht; das nur iſt ausgemacht, daß von nun an ſein Name nicht mehr ausgeſprochen wurde, weßhalb man wohl berechtigt iſt anzunehmen, daß er von dem Schauplatz abtrat. Die Königin (die bekannte Katharina von Medicis) wollte in der That keinen andern Architekten als ſich ſelbſt; ſie war ſo lange als kleines Kind behandelt worden, daß ſie jetzt in jeder Beziehung Revanche nehmen wollte, und wenn als Florentinerin die Politik von Rechtswegen die erſte Aufgabe ihres Lebens war, ſo war doch das Bauen mindeſtens die zweite. Bis dahin hatte ſie nur im Dunkeln, im Winkel der Touraine einige alte Gebäude wiederherſtellen können; jetzt aber erwartete ſie der helle Tag in Paris, an welchem ſie ſich zeigen wollte. Die Projekte des Königs abbrechen, ſeine Freunde, ſeine Vertrauten, von Montmorency an bis Peter Leſcot, verabſchieden, das war für ſie trotz ihrer gleißneriſchen Thränen ein königliches Vergnügen. Ihr Bruch mit Leſcot war jedoch nicht vollſtändig, denn er behielt die Penſionen, Abteien und Kanonikate, womit er unter den beiden frühern Regierungen überſchüttet worden war. Sie ließ ihn wahrſcheinlich als Architekt des Louvre in partibus, als Architekt, der ſeinen Plan fortſetzen könnte, wenn die unglücklichen Zeitverhältniſſe eine Wiederaufnahme geſtatten würden, was aber nicht mehr geſchehen ſollte.

Es vergingen indeß zwei Jahre, ohne daß die Königin den Bauten Leſcot's etwas hinzufügte. Der Hof

Digitized by Google

war während der 18 Monate der Regierung Franz II. aus Anlaß der Staatsangelegenheiten in beſtändiger Aufregung und daher fortwährend auf Reiſen. Paris wurde nur auf der Durchreiſe berührt, denn es waren nach und nach St. Germain, Fontainebleau, Poiſſy, Amboiſe, Orleans die Reſidenzen. Nach der Thronbeſteigung Karl IX. geſtattete ein ruhiger Moment eine längere Inſtallazion. Der Louvre war im Stande ſeine Gebieter aufzunehmen; die innern Einrichtungen waren mit großem Aufwand ausgeführt worden, und es herrſchte eine gewiſſe ſcheinbare Harmonie darin; das Aeußere aber bot ein bizarres Schauſpiel, ein ſonderbares Amalgam. Zwei Jahrhunderte, zwei ſo verſchiedene Architekturen ſtanden, durch einen breiten Hof getrennt, einander gegenüber. Auf der einen Seite Thürme, Thürmchen, Zugbrücken, das ganze Anſehen einer Feſtung, mit Spitzbogen und Warten, franzenbeſetzte Statuen in ihren Niſchen an der großen Wendeltreppe des Raymond du Temple aufgehängt; auf der andern Seite aber horizontale Linien, ſymmetriſche Dekorazionen, die regelmäßigen Profile der korinthiſchen Ordnungen, alles das gut und ſchlecht übereinander geſetzt und durch Verzahnungen und Gipsflickereien miteinander verbunden; an der Mittagsſeite eine auf zwei Drittel erbaute Faßade und das letzte Drittel im Schutt liegend; gewiß in keiner Zeit war der Anblick des Louvre ſonderbarer, pikanter, pittoresker; die Königin Katharina aber mit ihren italieniſchen Ideen konnte das nicht ſehr würdig und ſchön finden. Ihre im Erdgeſchoß und zum Theil in dem Pavillon des Königs, theils in dem ſüdlichen Hauptgebäude gelegenen, damals noch unvollendeten Gemächer waren nicht ſehr geräumig und dabei unbequem; ſie konnte ſich alſo damit nicht zufrieden erklären und begann daher an den Pavillon des Königs anſtoßend und ſenkrecht auf die Seine ein langgeſtrecktes Bauwerk, das ſie durch eine Galerie mit ihren Gemächern verband. Auf dieſen Bau, anfänglich nur ein Erdgeſchoß mit einer Terraſſe, ſetzte Heinrich IV. 40 Jahre ſpäter ſeine Königsgalerie, welche durch die Feuersbrunſt von 1661 halb zerſtört, von Ludwig XIV. wiedererbaut und die Apollogalerie genannt wurde.

Warum nun hatte die Königin eine ſolche mit der Idee Lescot's ſo wenig übereinſtimmende Richtung gewählt? Ließ ſie ſich bloß durch den Reiz der Lage, durch den Anblick der Seine und der Cité gegen Aufgang der Sonne verführen? Oder hatte ſie wohl nach einem expeditiven Mittel geſtrebt ihr Bauwerk in die Höhe zu führen? Gerade in dieſer Richtung zog ſich ein alter Schloßgraben zur Seine hinab, und es iſt daher wahrſcheinlich, daß die beiden Mauern deſſelben, ſeine Bekleidungen, dazu dienen ſollten, den Bau nach ſeiner ganzen Länge darauf zu ſetzen. Mehr als wahrſcheinlich iſt es, daß jene ganz fertigen Fundamente viel zur Wahl des Bauplatzes beitrugen. Es liegt folglich in einem ganz zufälligen, außer aller Berechnung und allen künſtleriſchen Vorausſetzungen ſich befindenden Umſtande, daß ſich die Schwierigkeiten zu den ſpäteren Vergrößerungen des Palaſtes häuften und daß noch jetzt einige Schwierigkeiten vorhanden ſind, wie man weiter unten ſehen wird, welche bekämpft werden müſſen. Ein neuer Beweis, daß es beim Bauen vortheilhaft iſt, ſich nicht zu übereilen. Ohne die Motive zu dieſem rechtwinkeligen Vorſprunge anzugeben, ſagt Sauval bloß, daß die Ausführung der Arbeiten von der Königin einem gewiſſen Chambiche anvertraut wurden. Wer aber dieſer Künſtler war, iſt uns unbekannt; wahrſcheinlich war er ein Italiener, deſſen Name etwas korrumpirt worden iſt, und betrachtet man das Bauwerk, ſo ſcheint ſich dieſe Vermuthung zu beſtätigen: jene italieniſche Terraſſe ohne die geringſte Wahrnehmung eines Daches, jene Boſſagenpilaſter, und beſonders jene polychrome Abwechslung, jene Spiele von ſchwarzen und weißen Inkruſtazionen, erwecken ſofort den Gedanken an einen florentiniſchen Architekten. Katharina fand darin ein Bild deſſen, was ſie in ihrer Kindheit bewundert. Welcher Kontraſt mit jenen ganz franzöſiſchen Dekorazionen, wenige Schritt davon entfernt im Innern des Hofes! An den beiden Enden des neuen Baues hatte man wohl aus einem Ueberbleibſel von Achtung für Lescot eines jener Hauptprincipe ſeiner äußern Dekorazion wiederholt, nämlich jenes lange und etwas ſchmale flachbogige und mit einem Fratzenkopf bekrönte Fenſter, eine Art von Oeffnung, die er ſchon bei ſeinen weſtlichen und ſüdlichen Soubaſſements angewendet hatte, und die er wahrſcheinlich auf den andern beiden Faßaden angebracht haben würde. Betrachtet man heutigen Tages das Aeußere dieſer durch die intelligenteſte Reſtaurazion ihren früheren Glanz wieder erhaltene Apollogalerie, ſo iſt man anfänglich verſucht zu glauben, daß jener kleine florentiniſche Portikus, welcher die Mitte des Erdgeſchoſſes einnimmt, ein nachträglicher Anbau iſt. Dem iſt aber

Digitized by Google

nicht ſo, denn es läßt ſich nicht die geringſte Spur einer Umgeſtaltung entdecken und die einzig mögliche Erklärung dieſer Verſchiedenartigkeit zwiſchen den mittleren Theilen und den beiden Enden liegt in der gewohnten Klugheit der Königin. Sie wollte nicht, daß man glauben ſollte, ſie habe die Entwürfe Lescot's ganz bei Seite geſetzt; ſie hat ihn vielleicht ſelbſt zu Rathe gezogen, und um ihre etwas kapriciöſe Schöpfung mit dem Enſemble des Louvre zu verbinden, um ihr einen Anſtrich von Aehnlichkeit mit dem Uebrigen zu geben, wird ſie die theilweiſe Anwendung jener Fenſter angeordnet haben. Geſtützt auf dieſe Vermuthung muß man bemerken, daß wir unmittelbar nach der Galerie und parallel mit der Seine dieſelben Fenſter im Erdgeſchoß des Hauptgebäudes wiederfinden, das jetzt den großen Saal enthält, von dem uns Sauval ſagt, daß er von der Königin Katharina in der Abſicht angefangen ſei, daraus ihr Muſeum, ihren Antikenſaal zu machen (**Blatt 95 Nr. 5**). Dies iſt noch nicht alles; andere Fenſter derſelben Zeichnung und ebenfalls fünf an der Zahl, erſcheinen noch weiter herunter am Quai zur Seite des Thores Lesdiguière (Nr. 6), und obgleich alle Dokumente über den Urſprung des fünffenſtrigen Bauwerkes ſchweigen, ſo behaupten wir es doch gern, daß dieſer Bau, der jetzt mit der großen Galerie verbunden iſt, früher aber augenſcheinlich dazu beſtimmt war, dem Pavillon des großen Saales als Pendant zu dienen, von der Königin ſelbſt gedacht und begonnen worden iſt, als ſie ſich noch, ſei es unter Karl IX oder in der erſten Zeit Heinrich III, mit dem Louvre in jener Zeit beſchäftigte als Lescot noch lebte und ſeine Pläne, auch vielleicht ſeine Perſon, noch einen Reſt von Einfluß ausübten. Was die Vermuthung betrifft, daß dieſe Fenſter Zeitgenoſſen von den zur Ausführung ſeiner großen Galerie von Heinrich IV unternommenen Bauten ſeien, ſo iſt nichts weniger zuläſſig als das, wie wir ſogleich beweiſen werden. Erſt ſpäter wurde dieſelbe Fenſterform unter Ludwig XIII und Ludwig XIV von neuem wieder aufgenommen und wie ein Verbindungs-, oder ſo zu ſagen Verwandſchaftsmerkmal zwiſchen den alten und neuen Theilen des Louvre kopirt. Es ließe ſich in der That eine ganze Geſchichte über dieſes Fenſter von Lescot ſchreiben und zwar von dem Tage an, wo allem Anſcheine nach Katharina von Medicis die Anwendung deſſelben dem gewiſſen Chambiche anbefahl, bis zu der Zeit, wo Perrault nicht ohne lange Kämpfe auf Befehl bei dem Unterbau der Kolonnade und ſeiner ſüdlichen Faßade Gebrauch davon machen mußte.

Sei es nun, daß die Königin durch die Nothwendigkeit, das was ſie ausführen wollte, mehr oder weniger in Uebereinſtimmung zu den beſtehenden Bauten und den genehmigten Plänen zu ſetzen, entmuthigt wurde, ſei es, daß ihr Sohn, der nun ſchon in ſein fünfzehntes Jahr trat, anfing, ihre Pläne zu durchkreuzen, genug, um das Jahr 1564 zeigte ſie für den Bau des Louvre Gleichgültigkeit und faßte die Abſicht, für ſich ſelbſt einen ganz neuen prächtigeren und vollſtändigeren Palaſt zu erbauen.

Außerhalb der Stadt und unmittelbar an den Wällen lag ein weites Terrain, die Sablonniere genannt, das mit Töpferwerkſtätten und Ziegelöfen bedeckt war, welche ſeit den entfernteſten Zeiten beinahe alle Dachziegel für Paris geliefert hatten. Auf einem Theile dieſes Terrains hatten im Jahre 1342 der Unterintendant des Eſſarts, und auf einem andern Theile in noch früherer Zeit Nicolas de Neuville de Villeroi ziemlich bedeutende Landhäuſer erbaut, die in der Folge Franz I durch Tauſch für die Krone erworben hatte. Katharina ließ ſie, wie auch die in der Nähe liegenden Ziegeleien abreißen und begann hier den Bau ihres Palaſtes und die Anlage eines ungeheuren Gartens. Fünf oder ſechs Jahre hindurch verfolgte ſie ihr Werk mit jener fieberhaften Thätigkeit, die ſie momentan bei den Geſchäften entwickelte. Da ſie nur noch ſelten im Louvre wohnte, ſo hatte ſie ſich in der Nähe der Straße Saint-Honoré ein kleines Haus verſchafft, von wo aus ſie die Aufſicht führte und die Arbeiter zum Fleiße antrieb. Eines ſchönen Tages aber erloſch dieſes Feuer; ſie hatte von einem ihrer Aſtrologen vernommen, daß ſie St.-Germain meiden müſſe, weil ſie in der Nähe desſelben unter den Trümmern eines großen Hauſes ihren Geiſt aufgeben müſſe. Das war genug für die Königin, mit keinem Fuße mehr St.-Germain en Laye zu berühren, zugleich aber auch auf die Tuilerien zu verzichten, da das Terrain, auf welchem ſie baute, der Pfarre St. Germain l'Auxerrois gehörte. Sie ſtellte daher die Arbeiten ein und ſuchte einen Platz in Paris, wohin ſie ihre Wohnung verlegen konnte, und wählte das alte Hotel von Soiſſons, das ſie verſchönerte und zu einem reizenden Aufenthalte machte.

Als die Königin in den erſten Tagen des Jahres 1589 ſtarb, waren 24 Jahre verfloſſen, ſeit durch ſie

Digitized by Google

ſelbſt am Louvre nichts mehr erbaut worden war. Man muß daraus nicht ſchließen, daß in dieſem vierten Theile eines Jahrhunderts gar keine Arbeit daran ausgeführt wurde. Karl IX. und Heinrich III. ſollen beſtändig und mit großen Koſten Legionen von Arbeitern unterhalten haben. Anſtatt aber irgend etwas von Bedeutung zu unternehmen, waren ſie, der eine wie der andere, nur damit beſchäftigt, den halb verfallenen und halb unvollendeten Palaſt für ihren Gebrauch einzurichten; auch iſt von allen dem, was ſie gemacht, keine Spur mehr übrig, denn es mußten dieſe nach Umſtänden und Launen, wie der Zufall es fügte, hingeworfenen, ohne Ordnung und Uebereinſtimmung errichteten Bauten nothwendigerweiſe an jenem Tage verſchwinden, wo die großen, im Zuſammenhang ſtehenden Bauten in Angriff genommen werden ſollten. Und dennoch enthielten dieſe ephemeren Werke anmuthige Koncepzionen und Leiſtungen von Talenten, die eines beſſern Loſes würdig geweſen wären. So mußte der von Karl IX. auf der Stelle des alten Ballplatzes Karls V. an der Seite von St. Germain l'Auxerrois erbaute Marmorhof mit ganz vortrefflichen Skulpturen geziert werden; nach einer alten, wahrſcheinlich apokryphiſchen Tradizion wäre Jean Goujon am St. Bartholomäustage mit dem Meißel in der Hand auf dem Marmorhofe getödtet worden. Heinrich III. führte ebenfalls Kunſtwerke aus; ſein Geiſt war kultivirt und trotz ſeines kindiſchen Weſens beſaß er wie ſeine Mutter Gefühl für das Schöne. Er erbaute nicht allein Ballhäuſer oder Reitbahnen für ſeine Lieblinge, oder Hütten für ſeine Hunde; er verwendete auch viel Sorgfalt und Geld zum Erbau eines Portikus an der Flußſeite als Erſatz für die krenelirte Mauer, die als erſter Umfang des Gartens der Königin diente, welcher ſeitdem der Garten des Infanten genannt wird. Sauval behauptet ſelbſt, daß er auch Hand an das große ſüdliche Hauptgebäude legte, das ſeit dem Tode ſeines Vaters nicht fortgeſetzt worden war, und daß er es bis zu Ende führte, d. h. bis zu dem Winkel, wo der Reſt des alten Louvre endet. Doch wird dies durch kein Zeugniß verbürgt. Bei dem Portikus iſt es etwas anderes, denn er wird ſehr oft in den Schriften ſeiner Zeit als ein ſehr elegantes und ſehr verziertes Werk geſchildert. Im Jahre 1656 beſtand er noch, wie man aus einer der großen Anſichten von Iſrael Sylveſtre ſchließen kann, wo er mit dem Namen Orangerie bezeichnet iſt. Völlig zerſtört wurde er unter Ludwig XIV.

Es iſt alſo von allen Bauten Karl IX. nach 1565 und von allen denen Heinrich III. mit Ausnahme eines kleinen Theils des ſüdlichen Flügels nichts bis auf unſere Zeit gelangt. Wir kommen aber jetzt zu einer Epoche, in welcher der Louvre Vergrößerungen erhielt, die zwar nicht immer vorwurfsfrei ſind, doch aber eine längere Dauer hatten.

Der Louvre unter Heinrich IV.

Kaum hatte Heinrich Beſitz von Paris genommen, als er die Abſicht kund gab, an dem Louvre fortarbeiten zu laſſen. Im Frühjahr 1595 wurden die Arbeiter angeſtellt. Dieſe Abſicht entſprang nicht etwa aus dem Wunſche, ſich eine beſſere Wohnung zu verſchaffen; er war an ein beſchwerliches Leben gewöhnt, und wenn ſein Palaſt die Spuren von ſechs Jahren der Ligueregierung zeigte, wenn Mayenne und ſeine demokratiſchen Freunde es ihm im traurigen Zuſtande zurückgaben, ſo war ihm dies immer noch eine hübſche Wohnung, womit er für ſeinen Theil zufrieden geweſen wäre. Die Politik aber erheiſchte es, daß er die vor kurzem unter ſeinen verſchiedenen Vorfahren noch ſo thätig betriebenen Arbeiten nicht länger ruhen ließ, denn die Unterbrechung derſelben ſeit dem Beginn der Unruhen brachte den Künſtlern und Handwerkern von Paris viel Schaden. Heinrich wußte es auch, daß in dieſer großen im Grunde liguiſtiſchen Stadt, wenn ſie auch demjenigen die Hand küßt, der ſie von der Ligue befreit, ein König ſtets auf ſeiner Hut ſein muß. Er wußte, daß ſein in dieſem Louvre eng eingeſchloſſener Vetter am Tage der Barrikaden die Freiheit nur den guten Beinen ſeines Pferdes zu verdanken hatte. Sein Inſtinkt ſagte ihm, daß dieſe Gewaltthätigkeiten ſelbſt unter der beſten Regierung wieder beginnen könnten und daß mithin die vorſichtigſten Maßregeln genommen werden müßten. Anſtatt ſeine Blicke gegen den Louvre ſelbſt zu richten und das Werk Heinrich II. zu vollenden, indem er der Königswohnung ihre natürliche und nothwendige Ergänzung gab, erfaßte er ein ganz anderes Projekt, einen großartigen Gedanken, deſſen ſcheinbarer Zweck die Verſchönerung von Paris und der Seineufer war, dem aber im Grunde die Sicherheit des Königs und die Wohlfahrt des Königreiches zu Grunde lag. Dieſe Abſicht iſt jetzt nicht mehr bemerkbar, man wird aber davon überzeugt, wenn man ſich erinnert, daß an der Stelle, wo man jetzt die Thüren des Carrouſelplatzes erblickt, die Stadt ein Ende

Digitized by Google

hatte, daß ein Wall und ein Graben die Annäherung an daſſelbe verhinderte und daß an dem Rand des Fluſſes neben einem Thor quer über den Quai ſich ein hoher krenelirter Thurm erhob, der ſeit Karl V. unter dem Namen „der neue Thurm“ bekannt und ſo zu ſagen auf dieſem Ufer der Pendant des Thurmes von Nesle war, der etwas oberhalb am entgegengeſetzten Ufer (Blatt 94) liegt. Sich alſo nach Belieben der zwei Paläſte zu bedienen, wovon der eine in Paris, der andere außerhalb liegt, ſie in ſichere und ſchnelle Verbindung zu ſetzen und den Wall nicht etwa durch einen unterirdiſchen Gang, ſondern, was auf daſſelbe hinausgeht, durch eine ſehr hoch über den Boden ſich erhebende Galerie zu paſſiren: das war die Abſicht, welche Heinrich IV. eben ſo ſchnell in Ausführung gebracht ſehen wollte als er ſie gefaßt hatte. —

Was gab es aber alles zu thun, um dieſen Entwurf zu realiſiren? Die Tuilerien waren, wie wir weiter oben geſehen, unvollendet. Wenn man auch auf den großen Plan des Philibert Delorme verzichten und ſich darauf beſchränken wollte, die im Bau begriffenen Theile des Gebäudes zu vollenden, ſo blieb doch noch, um es mit der großen projektirten Galerie zu verbinden, ein bedeutendes Werk übrig, und gegen die Seite des Louvre hin war übrigens auch noch nichts entſchieden. Sollte man mit den neuen Werken von den Bauten ausgehen, welche die Königin Katharina gegen den Lescot'ſchen Plan begonnen? Oder ſollte man gar keine Rückſicht darauf nehmen und einen andern Anſchlußpunkt wählen? Der zu nehmende Entſchluß war für die Zukunft von großer Wichtigkeit, und es gab dieſer Anfang der Verbindung des Louvre mit den Tuilerien die Veranlaſſung zu großen Schwierigkeiten für die ſpätere vollſtändige Verbindung der beiden Paläſte.

Wäre das Terrain auf der ſüdweſtlichen Seite des Louvre frei geweſen, hätte man nicht, um der künftigen Galerie einen paſſenden Anſchlußpunkt zu geben, jenen Portikus mit Terraſſe, den die Galerie des Apollo bedeckt und den daran auſtoßenden Antikenſaal, wahrſcheinlicherweiſe auch jenen andern Bau, der ſich jetzt an das Thor Lesdiguières anſchließt, ferner eine Reihe von 29 Arkaden, die damals wahrſcheinlich eine andere Art von Portikus mit Terraſſe bildeten, abreißen müſſen, wenn alles das, wenn auch nicht vollendet, doch wenigſtens zur Hälfte gebaut geweſen wäre, ſo iſt es wahrſcheinlich, daß man der großen Galerie die Richtung nicht gegeben hätte, welche ſie hat. Anſtatt den Pavillon der Flora (in den Tuilerien) ſo nahe ans Ufer zu ſetzen, hätte er in Uebereinſtimmung mit dem Delorme'ſchen Plan weiter davon entfernt angelegt werden können, und die große Galerie wäre, um ſich in gerader Linie mit dieſem Pavillon zu verbinden, nothwendig gegen Nordweſt geweigt worden, wodurch der ſpitzige Winkel an dem Zuſammenſtoß der beiden Gebäude und der Mangel paralleler Linien zwiſchen beiden Paläſten bedeutend vermindert worden wäre. Weiterhin werden wir nachweiſen, daß nicht allein die Richtung dieſer großen Galerie, ſondern ihr Stil und ihre Anordnung ganz unerklärbar wären, wenn diejenigen, welche ſie erbauten, nicht die Abſicht gehabt hätten, jene beſtehenden Bauten zu reſpektiren und zu benützen; eine Abſicht, die nur halb zu beklagen iſt, weil für dieſen Preis koſtbare Ueberreſte des Louvre der Valois erhalten worden ſind.

Nachdem wir nun die Abſicht Heinrich IV. auseinander geſetzt, iſt es uns von Wichtigkeit, zu ſehen, wie und durch welche Perſonen ſie ausgeführt werden ſollte. Heinrich kam zu ſpät, um mit ſeinen Vorgängern und beſonders mit Heinrich II. und Katharina in die Schranken treten zu können. Die großen Künſtler des 16. Jahrh., die edelſten Repräſentanten der franzöſiſchen Renaiſſance waren zum beſſern Leben übergegangen. Die ihnen folgende Generazion beſaß weder jene Richtigkeit des Geſchmackes, noch jene großartigen Fonds der Imaginazion und Originalität, welche die Franzoſen vor dem italieniſchen Kontagium bewahrt hatten. Man war jetzt viel mehr geneigt, gute Beiſpiele jenſeits der Berge zu ſuchen, und um ſo mehr als dieſe Nachahmung gefährlicher wurde. Die beiden einzigen italieniſchen Architekten, Vignola und Palladio, welche ſich den Tradizionen der Antike und des 15. Jahrhunderts getreu zeigten und wenigſtens in der Theorie danach ſtrebten, ihr Vaterland dahin zurück zu führen, während ſie ſie in ihrrn Werken nur zu oft verläugneten, waren nicht mehr. Der einzige Maderno herrſchte noch, und es that ſich nun ein Feld für die ehrgeizigen Thorheiten zweier Männer, Bernini und Boromini, auf.

In Frankreich hat ein einziger Künſtler Bullant, Lescot und Delorme überlebt. Jünger als ſie und oft unter ihrer Leitung ſtehend, ein Zeuge ihrer letzten Arbeiten mußte Androuet Ducerceau für ihren rechtmäßigen Erben gelten. Heinrich IV. vertraute ihm

Digitized by Google

die Ausführung ſeines Projektes. Unter der vorigen Regierung hatte ſich dieſer Architekt ſeit dem Jahre 1578 bei dem Bau des Pont-Neuf ausgezeichnet, den er begann, aber nicht ausführte. Er hatte damit den Ruf beſtätigt, den er ſich durch Werke anderer Art erworben. Als fleißiger Zeichner, als großer Sammler der Ideen Anderer hatte er ſeine Jugend damit zugebracht, Monumente zu kopiren, und die Publikazion ſeiner Zeichnungen hatte er zur gelegenen Zeit bewerkſtelligt. Wie Delorme hatte er Italien beſucht, wie er war er von Hauſe aus mehr Ingenieur als Architekt, aber er hatte bei weitem nicht den fähigen Kopf und den Scharfſinn des andern. Sein Einfluß mußte der Schule von Lescot und Bullant den letzten Stoß verſetzen. Frankreich überließ ſich ohne Geſchmack aus Mode und endlich durch Gewohnheit den auf die Spitze getriebenen und prunkvollen Effekten und der konvenzionellen Großartigkeit.

Ducereeau's Wirkſamkeit begann auf Heinrichs Anordnung an der Seite der Tuilerien. Will man die Fortſchritte kennen lernen, welche die franzöſiſchen Architekturideen ſeit 30 Jahren gemacht hatten, ſo werfe man ſeine Augen auf jenen Pavillon der Flora und auf das Hauptgebäude, das ihn mit dem Pavillon von Bullant verbindet. Hat man jemals eine entſetzlichere Verbindung, eine mißfälligere Anomalie geſehen? Wie ſoll man neben jener zarten Vollendung dieſe rieſige Plumpheit verſtehen? Wenn die beiden Gebäude wenigſtens iſolirt und unabhängig voneinander ſtänden; aber nein! Gerade um aneinander geheftet und zuſammengefügt, zu einem Ganzen verbunden zu werden, hat man die verſchiedenartigſten, unverträglichſten Formen untereinander geworfen. Und es war ein Zeitgenoſſe, beinahe ein Eleve jener beiden großen Meiſter der Tuilerien, der ihre Werke unter ſeinen plumpen Bauten erdrücken wollte! Die öffentliche Meinung unſerer Tage, welche ſich einen ſo plötzlichen Wechſel nicht erklären kann, hat Ludwig XIV, ſeinem Zeitalter, ſeinen Ideen dieſe unehrerbietige Art der Vollendung der Tuilerien beigemeſſen. Dem iſt aber nicht ſo. Ludwig XIV hat von 1660 bis 1665 unendliche Arbeiten an dieſen Palaſt ausführen laſſen; er erbaute von Grund aus den Pavillon Marſan und den daran anſtoßenden Flügel, ohne aber etwas zu erfinden, ſondern ſich damit begnügend den Plan und den Stil der von Heinrich IV am Ende der Faßade gegen die Flußſeite erbauten Theile zu wiederholen. Es iſt freilich wahr, daß dieſe Reſtaurazion von 1660, indem ſie, wie wir geſehen, die Konzepzionen Delormés und Bullants tief verwundete, ſich auch nicht genirt hat, von dem Werke Ducerceau's etwas abzuweichen; indeſſen haben einige einfache Detailveränderungen, die durch eine neue innere Eintheilung des Pavillons Marſan und beſonders des anſtoßenden Flügels bedingt waren, die Durchbrechung einiger Fenſter und die Verbindung der Fenſterſchafte nichts an der ganzen Anordnung, an den hauptſächlichſten Gliedern der urſprünglichen Architektur geändert, wovon man ſich am beſten durch die genaueſten Zeichnungen und die authentiſchſten Beweiſe, die namentlich Blondel in dem vierten Bande ſeiner „Architecture française" geſammelt hat, überzeugen kann.

Es iſt demnach Ducerceau, welcher aus freien Stücken dieſe Art von Entheiligung gegen ſeine Vorgänger begangen hat. Anſtatt ihren Stil feſtzuhalten, hat er ſich gewaltſam davon entfernt; er hat ſich den traurigen Ruhm erworben, der erſte geweſen zu ſein, welcher eine der größten Zügelloſigkeiten des italieniſchen 16. Jahrh., die ſogenannte „koloſſale Ordnung" in Frankreich eingeführt hat, welche ſich von dem Schiffe St. Peters aus über die ganze Welt verbreitete und die kirchliche Architektur zur Verderbniß führte. Die Erfindung der „koloſſalen Ordnung" *) iſt nicht bloß eine Zügelloſigkeit, ſondern eine unglückliche Fikzion, welche meiſtens immer den Zweck verfehlt, den ſie erſtreben will, nämlich den Schein der Großartigkeit. Das höchſte Geſetz in der Baukunſt iſt die Wahrheit. Jedes Gebäude muß unverhohlen ſeine innere Einrichtung und vor allem die Zahl ſeiner

*) Wir ſagen hier „koloſſale Ordnung" und nicht „koloſſale Ordnungen", obwohl es in Wahrheit eben ſo viele koloſſale Ordnungen geben kann als gewöhnliche Ordnungen. Man kann ſelbſt einige koloſſale ioniſche Ordnungen anführen, im Allgemeinen aber iſt es wohl nur die korinthiſche Ordnung oder die von ihr abgeleitete kompoſite Ordnung, bei welchen koloſſale Verhältniſſe angewendet ſind. Da die kompoſite Ordnung etwas hochſtrebender iſt als die korinthiſche, und da diejenigen, welche die koloſſalen Ordnungen anwendeten, vor allem nach Höhe ſtrebten, ſo gaben ſie beinahe immer der kompoſiten Form den Vorzug. Aus ſolchem Grunde bedienten wir uns der Benennung „koloſſale Ordnung" in einem ſo zu ſagen abſoluten Sinne.

Digitized by Google

Stockwerke ausſprechen. Will man bei unſeren modernen Wohnungen, die aus mehreren Etagen beſtehen, das Syſtem der antiken Ordnungen anwenden, ſo gibt es nur ein Mittel, eine verſtändige und praktiſche Anwendung davon zu machen, wenn man die Ordnungen übereinanderſetzt, wie es die italieniſchen Meiſter des 15., und unſere Meiſter des 16. Jahrh. gethan haben. So viel Ordnungen als Stockwerke, und folglich für jede Ordnung eine einzige Reihe von Fenſtern; das iſt es, was der geſunde Menſchenverſtand fordert. Es iſt freilich wahr, daß die übereinander geſetzten Säulen eines Monuments, wenn daſſelbe auf einem großen Platze ſteht und wenn es von weitem betrachtet wird, ärmlich erſcheinen werden, da der Durchmeſſer der Säulen von der Höhe jeder Etage abhängt; eine Unannehmlichkeit, über die man bei etwas Talent ſtets triumphiren kann, indem man den Hauptlinien des Gebäudes den Charakter der Großartigkeit aufdrückt. Die Italiener des 16. Jahrh. aber, anſtatt dieſe Kunſtfähigkeit zu üben, fanden es bequemer in ſolchem Falle die übereinander ſtehenden Ordnungen mit einem Wurf durch eine einzige Ordnung zu erſetzen, die ſich, wie groß auch die Zahl der Etagen ſein mochte, von dem Grundbau bis zum Dache des Gebäudes erhoben. Da die Säulen auf dieſe Art zwei- oder dreimal höher wurden und ihr Durchmeſſer ſich verhältnißmäßig vergrößerte, ſo konnten ſie der Diſtanz trotzen. Es blieb alſo nur noch die Regulirung der Fenſter übrig, die man zur Beleuchtung jedes Stockwerkes nothwendig hatte. Dazu gab es nun zwei Mittel; entweder ſetzte man ſie auf die horizontalen Gurtgeſimſe, die mit jedem Fußboden korreſpondiren und ſich im rechten Winkel hinter den Säulenſchaften fortſetzen, oder aber man ließ, um die unangenehme Wirkung dieſer ſich durchkreuzenden Linien zu verhindern, die Gurtgeſimſe fort, ließ die Mauer glatt, und die Fenſter erſchienen, ſo zu ſagen, wie in freier Luft übereinander ſchwebend.

So iſt die Geſchichte „der koloſſalen Ordnung.“ Man ſieht was es koſtet, um durch dieſes Mittel einen großartigen Anblick zu erreichen. Aber erreicht man ihn denn doch wenigſtens auf ſolche Art? Wenn in der Spitzbogenarchitektur die ſichtbaren Stützen, Säulen oder Säulchen manchmal ohne abzuſetzen von dem Boden bis zum Dachgipfel ſich hinaufſchwingen, ſo ſind dies Spindeln von ſo geringem Durchmeſſer im Verhältniß zu ihrer Höhe, daß durch eine Illuſion, deren ſich weder die Augen noch der Geiſt erwehren können, die Leichtigkeit und die Höhe des Monuments ſcheinbar noch gehoben werden und demſelben ſo zu ſagen eine aufſteigende Bewegung geben, die es zum Himmel hinaufzieht. Hier aber geſchieht die Illuſion im umgekehrten Sinne. Mögen auch die Stützen, ſeien es Säulen oder Pilaſter, eine ungewöhnliche Höhe erhalten, ſo bleiben ſie nichts deſtoweniger den gewöhnlichen Regeln unterworfen, die ihren Durchmeſſer nach ihrer Höhe beſtimmen. Daher entſteht in dem Beſchauer die unvermeidliche Idee eines Mißgriffes. So hoch auch dieſe Stützen ſein mögen, ſo erſcheinen ſie ihm nicht ſchlanker und nicht hochſtrebender, als wenn ſie von gewöhnlicher Größe wären, weil ſie mit der Zunahme ihrer Höhe auch um ſo viel ſtärker werden, und auf der andern Seite tritt der gewöhnliche Maßſtab der Höhe eines Gebäudes, die Zahl der Stockwerke nicht hinzu, um ſeine erſten Eindrücke zu berichtigen. Indem der Beſchauer nur eine einzige Reihe von Stützen ſieht, glaubt er nur ein Stockwerk vor ſich zu ſehen, und ſo groß er ſich daſſelbe auch vorſtelle, ſo bleiben ſeine Gedanken ſtets unter den wirklichen Dimenſionen des Gebäudes.

Was hat alſo die koloſſale Ordnung für einen Zweck? Sie macht ganz genau dieſelbe Wirkung, als wenn man eine gewöhnliche Ordnung durch ein Vergrößerungsglas erblickt. Das Auge nimmt etwas Großes wahr, und der Geiſt glaubt nicht daran. Dieſes Gefühl ergreift uns in demſelben Augenblick, in welchem wir in das Schiff St. Peters zu Rom eintreten; wir ſehen nur eine einzige Reihe von Pfeilern mit genauen und regelmäßigen Dimenſionen; man ſtellt ſie ſich demgemäß mit gehöriger Höhe vor, und man macht wenigſtens 20 Schritte unter jenen immenſen Gewölben, indem man ſich in einer Kirche wie in einer andern zu befinden glaubt. Erſt nach einer gewiſſen Anſpannung des Verſtandes und nachdem uns der Cicerone darauf aufmerkſam gemacht, daß jene beiden Weihbecken größer ſind als Predigerkanzeln, daß jene Cherubime ungeheure Koloſſe ſind, erſt dann wird es uns begreiflich, daß zwei große Kirchen bequem in dieſer einen Kirche Raum haben. Eine wunderbare Eigenſchaft der koloſſalen Ordnung! Und dennoch war dies die Entdeckung, welche Ducerceau der Welt nicht länger vorenthalten wollte; daher die enormen Pilaſter, welche er an den Flügel, der den Florapavillon mit dem Palaſt Katharinens ver-

Digitized by Google

bindet, ſo wie auch an der großen Galerie, welche ſich von dieſem Pavillon bis zum Eingange Lesdiguieres (auf Blatt 95 mit * bezeichnet) erſtreckt, und endlich an den beiden Stockwerken des Florapavillons ſelbſt anklebte; dem dritten Stock gab er eine eigene Ordnung.

Seine Neuerung hatte anfangs keinen großen Erfolg, wie man aus der beſchränkten Anwendung urtheilen kann, die man davon während eines halben Jahrhunderts machte. Die franzöſiſche Schule, welche ſehr ausgeartet war, ſeitdem ihr die Häupter fehlten, hatte noch nicht alle Tradizionen verläuguet. Man ſtieß die koloſſale Ordnung noch nicht mit einem Schlage von ſich, wie man es einige zwanzig Jahre früher gethan haben würde; man nahm ſie aber mit Kälte auf, bediente ſich ihrer mit Mäßigung und beinahe nur an den Portalen und Frontiſpicen, d. h. bloß unter Umſtänden, wo ſie, ohne die ihr eigene Schwere zu verlieren, doch mehr vernunftgemäß angebracht war. Erſt nach dem Tode der de Broſſes, Lemercier und ihrer Zeitgenoſſen kam dieſe Geiſteskombinazion in hohen Aufſchwung und begann ſich jenes großen Glückes zu erfreuen, das ihr beinahe bis zu unſeren Tagen lächelte. Sie wurde damals nicht bloß am Louvre zum zweitenmale, nicht bloß bei andern königlichen Wohnſitzen, ſondern auch bei den einfachſten Privathäuſern angewendet. Mit Maß und Beſcheidenheit angebracht, wie bei den Faßaden des Vendomeplatzes, macht ſie eine leidliche Wirkung. In dem Garten des Palais-Royal, einem ihrer letzten Schauplätze, ließ ſie ihrer Laune ganz die Zügel ſchießen, und Gott weiß es, was ſie noch hervorgebracht hat. Wir dürfen es indeſſen behaupten, die ſchlimmſte ihrer Uebelthaten iſt für uns immer noch die erſte; nicht, daß jener Pavillon der Flora und ſeine beiden Anhängſel ungeachtet ihrer Mängel in vieler Beziehung ſolchen Monumenten deſſelben Syſtems nicht vorzuziehen wären, ſondern weil ſie unter ihrer Maſſe ein anmuthiges und ſorgfältiges Meiſterwerk erdrücken, und weil man angeſichts ſolcher anſtoßenden Bauten doppelt ſtrafbar iſt, ſie errichtet zu haben. Es ſind dieſe beiden Architekturen einander ſo heterogen, daß man, wenn man ſie vereinigt findet, geneigt iſt zu glauben, jener Palaſt habe zwei Arten von Einwohnern, die in Geſchlecht und Figur verſchieden ſind, und er ſei auf einer Seite für Menſchen, auf der andern für Rieſen erbaut worden.

Wir hätten Ducerceau noch viele andere Bemängelungen zu machen. Was ſollen im erſten Stock des Florapavillons und der großen Galerie jene ſo unmäßig hohen Fenſter? Warum zog man ſie bis unter das Hauptgeſims, ſo daß ſie den Architrav und den Fries, dieſe weſentlichen Glieder des Gebäudes, dieſe Kraftpunkte und Träger der Decken, durchſchneiden? Es liegt hierin eine ganz aus der Luft gegriffene Ausgelaſſenheit, die ſich durch nichts erklären, mit nichts rechtfertigen läßt, und welche Blondel mit Recht die größte Ausſchweifung in der Architektur nennt. Leider wurde dieſe Ausſchweifung bald zur Autorität, und beinahe alle Gebäude aus dem Anfang des 17. Jahrhunderts ſind von dieſem Uebel angeſteckt. Was ſoll man endlich zu jener Reihe von Frontons ſagen, welche längs dem Quai vor dem langen Dache der Galerie liegen? Läuft es nicht gegen den geſunden Menſchenverſtand, wenn an die Seitentheile eines Daches Frontons angebracht werden, die nur deſſen Ausläufer ſein können und den Giebel derſelben, den zweiſeitigen Abfall der Dachflächen, darſtellen? Wenn man in kleinem Maßſtabe zur Bekrönung eines Fenſtergewändes mit Rückſicht auf vortreffliche Beiſpiele berechtigt iſt einen Fronton als ein reines Dekorazionsmotiv anzuwenden, ſo iſt das wohl noch kein Grund, daſſelbe bei zehnfach größern Dimenſionen und beſonders an dem Theile eines Gebäudes zu thun, wo der Unſinn ſo deutlich hervortritt. Neben dieſen Fehlern iſt es dagegen billig, auf glückliche Details aufmerkſam zu machen und in dem Enſemble einen gewiſſen imponirenden und erhabenen Anblick anzuerkennen, obgleich ſich etwas Kraftloſigkeit damit verbindet. Als bei der Ausführung jener Pavillon und die erſten Travées der Galerie anfingen Körper anzunehmen, war die Menge erſtaunt über die Größe des Baues; die Männer der Kunſt aber murrten. Schenkte ihnen der König Gehör? Ließ er ihnen Gerechtigkeit widerfahren? Bewies er weniger Vertrauen zu Ducerceau? War es die Unzufriedenheit des Hofes, welche in dem Künſtler den Groll des Hugenotten erweckte? Oder konſervirte er ſelbſt in den Tagen der Gunſt ſeinen Gährungsſtoff des Kalvinismus, und ließ er ſich vielleicht zu irgend einer unklugen Bravade hinreißen? Alles das vermögen wir nicht zu beantworten, gewiß iſt es aber, daß Ducerceau vor Vollendung der ihm anvertrauten Bauten wegen Religionsangelegenheiten Frankreich verlaſſen mußte, was wenigſtens 2 Jahre vor 1604 geſchah, in welchem Jahre der Pont-Neuf fertig wurde; die Vollendung des-

Digitized by Google

ſelben war nicht das Werk desjenigen, der den erſten Stein dazu gelegt, ſondern das Werk von Wilhelm Marchand. Ducerceau, der nach Deutſchland ausgewandert war, ſah ſein Vaterland nicht wieder; er ſtarb drei oder vier Jahre, nachdem er es verlaſſen.

Der König wählte zum Nachfolger des Ducerceau einen ſeiner Maler Etienne Dupeirac, der in großer Gunſt bei der neuen Königin ſtand, welche ihn in Florenz kennen gelernt, und der ſich ſehr fleißig mit dem Studium der Baukunſt beſchäftigte. Dupeirac hatte Ducerceau ſeit einigen Jahren aſſiſtirt, und er ſelbſt hatte bald zum Adjunkten und endlich als Nachfolger Thibault Metézeau, den Vater jenes andern Metézeau, welcher den großen Damm von Rochelle erbaute.

Alle diejenigen, welche über den Louvre geſchrieben, haben ſich damit zufrieden geſtellt in dieſem Wechſel der Architekten die ſo auffallende und ſo kontraſtirende Stilverſchiedenheit zu erblicken, welche jene große Galerie Heinrich IV. ſo zu ſagen in zwei Theile trennt. Wir ſind aber mit dieſer Erklärung nicht einverſtanden; das Mißverhältniß iſt zu groß, um ſich nur an dieſe Urſache zu halten. Auf der einen Seite eine einzige Ordnung, die koloſſale Ordnung; auf der andern Seite nicht bloß zwei Ordnungen, ſondern eine Art von Zwiſchenattike, oder wie es die Italiener nennen, ein Mezzanine. Man kann ſich nicht leicht zwei unähnlichere Anordnungen denken! Welcher Architekt, und wenn er noch ſo widerſtrebend gegen ſeinen Vorgänger wäre, würde es wagen, wenn er mit der Fortſetzung des von demſelben begonnenen Baues beauftragt würde, ohne durch die außerordentlichſten Rückſichten auf Schicklichkeit und Oekonomie gezwungen zu ſein, ſolche Veränderungen vorzunehmen? Es iſt ſehr begreiflich, daß er ſich Modifikazionen, Veränderungen in den Details und neue Ausdrucksweiſe derſelben erlauben wird; eine Veränderung von Grund und Boden aus iſt ganz unmöglich. Nehmen wir indeſſen an, daß es dennoch der Fall geweſen wäre, daß der König unzufrieden mit der erſten Hälfte ſeiner Galerie, den Künſtlern geſagt habe: Macht mir etwas ganz anderes! Selbſt in dieſem Falle könnte nach unſerer Meinung jene Kombinazion von zwei durch eine Attike getrennte Ordnungen nicht erfunden worden ſein. Die einzige Ordnung war nicht günſtig aufgenommen worden; man hatte ſtatt deren zwei vorgeſchlagen, und nicht mehr. Es iſt dies ſo etwas Natürliches, und es war nicht nothwendig jene Halbetage, jene halbe Zwiſchenordnung anzunehmen, die eine unnütze Zuthat iſt, wenn der Wille des Architekten keinem Zwang unterliegt, ein angeflickter Beſtandtheil, der augenſcheinlich nur ein ſinnreiches Mittel iſt, einen beſtehenden Bau vortheilhaft zu benützen und die Verbindung zweier Paläſte in gleicher Ebene herzuſtellen. Wenn dieſer Theil der Galerie keine Umgeſtaltung, keine Ausbeſſerung iſt, wenn er in aller Freiheit entworfen wurde, ſo läßt es ſich nicht erklären, warum er wenigſtens zwei Meter tiefer liegt als der erſte Theil. Wer könnte ſich jemals einbilden, daß Dupeirac und Metézeau abſichtlich ihr Monument hätten auf ſolche Art vergraben wollen, des einzigen Vortheils wegen, es mit einem Zwiſchengeſchoß zu ſchmücken? Denn aus dieſer Vertiefung allein geht die Möglichkeit hervor zwiſchen den beiden Ordnungen jene Halbordnung einzuſchmuggeln. Erhöht man den Unterbau um zwei Meter, ſo iſt kein Raum mehr da für ein Zwiſchengeſchoß, da die Höhe des erſten Stockes durch das Niveau des Fußbodens der Galerie unabänderlich feſtgeſetzt iſt. Es iſt daher dieſe zwiſchengelegte Etage ein unumſtößlicher Beweis, daß jener lange toskaniſche Unterbau mit bäuriſchem Werk und gekuppelten Pilaſtern ſchon exiſtirte als Heinrich IV. den Entwurf zu ſeiner Galerie machte, daß er vielleicht dazu beitrug, dieſe Idee in ihm zu erwecken, und daß die Architekten, denen die Zerſtörung deſſelben verboten war, deshalb auf eine Anordnung geführt wurden, welche ohne Zweifel ihre ſeltene Geſchicklichkeit beweiſt, die ſie aber niemals freiwillig gewählt haben würden. Wären ſie nicht beſchränkt geweſen, ſo hätten ſie ihre Fundamente höher gelegt, und ſtatt der toskaniſchen Ordnung würden ſie eine mit höher ſtrebenden Verhältniſſen genommen und ſo ſehr leicht und ohne Zwiſchengeſchoß ihre obere Ordnung mit dem andern Theile verbunden haben.

Bedarf es noch Beweiſe anderer Art, um feſtzuſtellen, daß jener tiefer liegende Portikus nicht von derſelben Hand iſt als die Etagen, welche ſich über ihn erheben? Betrachte man nur die Art des Verbandes, die Anordnung der Steine, und beſonders die Stärke der Reliefs, welche für die Skulptur konſervirt wurden. In dem untern Theile iſt die Steinmaſſe von der Art, daß eine reichere und tiefer ausgehöhlte Skulptur vorgeſehen iſt, während man am obern Theil mehr Hinneigung zur Magerkeit bemerkt. Nun würde aber gerade das Gegentheil ſtattgefunden haben, wenn das Ganze zu gleicher Zeit entworfen worden wäre. Endlich iſt

Digitized by Google

die toskaniſche Ordnung, welche bei der Verbindung mit der korinthiſchen Ordnung immer kürzer und gedrückter ſein muß, in Folge einer Begriffsverwirrung am Unterbau um einen Modul höher als die korinthiſche Ordnung im obern Stock. Das Niveau der Galerie bedingte, wie wir geſehen haben, die Dimenſionen der obern Ordnung; es iſt alſo augenſcheinlich, daß der untere Theil ſchon ganz fertig vorgefunden wurde, denn ſonſt hätten ſolche ſervile Diener ihres Vitruv, wie Dupeirac und Metézeau, ihm nun und nimmermehr ſolche Verhältniſſe gegeben.

Intereſſant würde es ſein, wenn man wüßte, wann und von wem dieſer Unterbau ausgeführt worden iſt. Hierüber laſſen ſich aber nur Vermuthungen aufſtellen; die Einen glauben, daß er von Heinrich III., Andere, daß er von ſeiner Mutter ausgeführt ſei. Sei nun dem wie ihm wolle, ſo ſteht ſo viel feſt, daß Heinrich IV. ihn dekorirte, worüber die der Dekorazion beigeſellten Embleme aller Art keinen Zweifel zulaſſen. Die beiden Scepter von Frankreich und Navarra, die Bänder, wodurch ſie verbunden ſind und die Deviſe haben: Duos protegit unus; die bekrönten H und die Zahl IV ſind unverwerfliche Zeugniſſe.

So lange wir uns auch bei den Bauten Heinrich IV. am Louvre aufgehalten, ſo ſind wir doch noch weit davon entfernt, Alles geſagt zu haben. Wir haben kaum die Galerie der Könige, d. h. den Unterbau des von Katharina ſenkrecht auf die Seine erbauten Flügels, die Verbindung dieſer Galerie mit dem Königspavillon, die Vollendung und die Aufhöhung des Antikenſaales angedeutet! Fügt man zu dieſen Bauten noch die Verlängerung der Tuilerien an der Waſſerſeite und endlich die ganze große Galerie hinzu, ſo haben wir eine Länge von monumentalen Bauten, die beinahe den dritten Theil einer Wegſtunde beträgt. Ohne Zweifel iſt es bei dieſem großartigen Enſemble die Quantität, welche in Erſtaunen ſetzt und mehr zu bewundern iſt als die Qualität, obgleich daran auch gehaltvolle Schönheiten an dem dekorativen und ſelbſt an dem architektoniſchen Theil vorkommen, und zwar um ſo mehr als man ſich dem Louvre nähert, wie wenn die Nähe und die Erinnerung an Leſcot ſolchen glücklichen Einfluß darauf ausgeübt hätte. Der hauptſächlichſte Bau dieſer Regierung aber, das Ziel fünfzehnjähriger Beſtrebungen, iſt die große Galerie, welche vor dem Tode des Königs vollendet, d. h. von einem Ende zum andern aufgehöht und bedeckt wurde. Dieſe Thatſache wird durch die Kavalierperſpektive von Quesnel aus dem Jahre 1609 und durch einen andern ſorgfältig gravirten Plan beſtätigt. Dieſer ebenfalls im Jahre 1609 von Baſſalieu, genannt Nikolay, veröffentlichte Plan iſt von einem Texte begleitet, in welchen man im Betreff des Louvre lieſt: „Heinrich IV., welcher jetzt regiert, hat dieſe vollkommene Architektur der Art befördert, daß die Galerie jetzt geſchloſſen iſt *).“

*) Auf Blatt 94 theilen wir einen Situazionsplan von dem Louvre und den Tuilerien nebſt ihren Umgebungen unter der Regierung Heinrich IV. mit, dem wir zur Erläuterung noch Folgendes hinzufügen. Auf dem linken Ufer iſt 1 der Platz des Hotels de Neele, welcher ſtets der Krone gehörte, bis ihn Karl IX. an den Herzog von Nevers verkaufte, der ihn zum Theil bebaute. In der Folge ſtand hier das Hotel Guénégaud, und noch ſpäter das Hotel de Conti, wo die Münze errichtet wurde; 2 iſt das Palais, welches Margarethe von Valois im Jahre 1605 zu bauen begann; die Gärten erſtreckten ſich bis zu den anſtoßenden Straßen; 3 iſt der Kanal der kleinen Seine, welcher die Umfangsgräben der Abtei St. Germain des Prés ſpeiſte, die im Jahre 1640 ausgefüllt wurden; 4 Theil des großen Platzes Pré-aux-Clercs, auf welchem im Jahre 1630 zu bauen begonnen wurde. Auf dem rechten Seineufer iſt 5 der Kreuzgang von St. Germain; 6 die Dechanei, in welcher Gabriele d'Eſtriées im Jahre 1598 ſtarb; 7 Platz des Hotels von Alphons, Grafen von Poitiers, zuletzt der Maria von Bourbon, Herzogin von Longueville gehörig; 8 Platz des kleinen Hotels Alençon, das im Jahre 1578 Eigenthum des Marſchalls von Rez wurde; 9 Platz des Hotels Bouchage; 10 im Jahre 1572 eröffneter Theil der Straße deux Ecus; 11 Platz des Hotels Armagnac; 12 Kollegium der guten Kinder; 13 Thor St. Honoré, erbaut von Karl V., zerſtört 1629; 14 Spital der 15 bis 20, geſtiftet im Jahre 1254; 15 Platz des alten Hotels d'Angennes, ſpäter Mercoeur und endlich Rambouillet; 16 der Carrouſelplatz, ſo genannt von den Feſten, welche Ludwig XIV. bei Gelegenheit der Geburt des Dauphins im Jahre 1662 gab; 17 Theil der Tuilerien, welcher unter Katharina von Medicis im Jahre 1564 begonnen und der Königinpalaſt genannt wurde; 18 Theil von dem Platze des Kloſters und Gartens des Feuillants, erbaut von Heinrich III., 1587; 19 Hotel der Königin Katharina von Medicis, begonnen 1572. A iſt der von Philipp Auguſt erbaute Flügel des Louvre; B der nördliche Flügel von Karl V., welcher unter Ludwig XIII. noch zum Theil beſtand; C Theil des weſtlichen Flügels von Franz I. und Heinrich II; D der andere Theil dieſes Flügels, von Ludwig XIII. wiedererbaut; E Galerie, angefangen von Karl IX.; F Pavillon des Antikenſaales, von Katharina von Medicis angefangen; G Haus Menou, in welchem Nic. Pouſſin wohnte; H Marmorhof, errichtet von Karl IX.; I Platz des Hotels des Poulies; J Platz des zweiten Ballhauſes von Franz I.; K alter Thurm des Louvre; L Portikus von Heinrich III.; M Hauptgebäude von Karl IX.; N Pavillon Heinrich II.

Digitized by Google

Der Louvre unter Ludwig XIII.

Bei dem Tode Heinrich IV. wurden die Arbeiten eingeſtellt; nur an gewiſſen Theilen wurde fortgearbeitet, weil deren Stillſtand ſie in großen Nachtheil verſetzt haben würde; neue Bauten wurden nicht unternommen. Nach Verlauf von drei oder vier Jahren wollte die ſich ſicher fühlende und den Genuß ihrer Macht ſich erfreuende Regentſchaft ſich auch das königliche Vergnügen des Bauens verſchaffen. Sie machte es damals wie Katharina; ſie verließ den Louvre und gründete ſich an dem andern Ende von Paris auf den Grundſtücken des alten Hotel Luxembourg einen Palaſt. Weniger unbeſtändig in dieſer Art von Angelegenheiten als die Witwe Heinrich II. veränderte ſie die Entwürfe des Architekten nicht, und ſein Werk wurde auf eine regelmäßige Art zu Ende geführt. Da Dupeirac geſtorben war, hatte die Regentſchaft ihr Vertrauen, nicht wie der verſtorbene König dem Thibaut Metézeau, ſondern einem Manne anvertraut, der nicht weniger galt und berühmter geblieben iſt, nämlich Jacques de Broſſes, welcher, ohne auf die Tradizionen der alten franzöſiſchen Schule zu verzichten und ohne ſich den Neuerungen der „koloſſalen Oednung" hinzugeben, der Königin doch eine wichtige Koneeſſion machte. Er ordnete das Aeußere des Gebäudes im florentiniſchen Stile an und bedeckte es von oben bis unten mit bäuriſchem Werk, um ihm eine gewiſſe Aehnlichkeit mit dem Palaſt Pitti zu geben, in welchem Maria ihre Jugend verlebt. Jedes Ding iſt gut in ſeinem Lande. Unter unſern großen Schieferdächern hat man Skulptur nöthig; man muß auf Lichteffekte rechnen, muß den Faßaden Bewegung und Leben mittheilen; wenn man wie bei dem Luxembourg düſtere und einförmige Maſſen in Berührung bringt mit einem Steinverband, welcher keine Stelle geſtattet, wo ein ſkulptirtes Motiv Platz hat, ſo macht man ſich von allem Kontraſte los und verfällt in die Monotonie. Ungeachtet aller Großartigkeit des Stils, ungeachtet der imponirenden Anlage und des ausgezeichneten Werthes einer vollkommenen Regelmäßigkeit hat der Palaſt des de Broſſes in ſeinem Aeußeren etwas Schwerfälliges und Zwitterartiges. Er beſitzt weder den robuſten Stolz eines florentiniſchen, noch die geiſtige Erhabenheit eines wahrhaft franzöſiſchen Palaſtes.

Während man am Luxembourg baute, war der Louvre beinahe wie unter der Ligue ganz aufgegeben worden; kaum aber hatte Richelieu die Gewalt in Händen als alles ein ganz anderes Anſehen bekam. Es entſprach ſeinen Zwecken, daß der König ſeiner Mutter ihre eigene Wohnung ſich einrichten ließ, dagegen die Arbeiten am Louvre in großem Maßſtabe und mit wahrhaft königlichem Sinne wieder aufnahm.

Der verſtorbene König hatte für den eigentlichen Louvre gar nichts gethan; ſeine Beſorgniſſe waren beſtändig nach außerhalb gerichtet. Wenn er einmal ſeine Tuilerien vollendet, d. h. bis zur Straße St. Honoré verlängert, wo noch alles zu thun war, und ſeine Galerie außerhalb und innerhalb ſkulptirt geſehen hätte, ſo iſt es wahrſcheinlich, daß er ſich auch gegen das Herz ſeines Palaſtes, gegen jenen Hof des Louvre gewendet hätte, der ſeit Heinrich II in einem Zuſtand des Verfalles geblieben war, welcher ſich täglich verſchlimmerte. Richelieu's Wille war es mit den Bauten unmittelbar von hier aus zu beginnen, er betrachtete dies als eine viel beſſere Gelegenheit für die Ehre des Königs, denn die einfache Vollendung der Projekte Heinrich IV., welche übrigens einen Theil ihres erſten Nutzens verloren hatten. Die Tuilerien lagen nicht mehr außerhalb Paris; bei dem Drängen einer ſtets wachſenden Bevölkerung war der frühere Wall zum Theil verſchwunden und den neuen Wohnhäuſern gewichen. Die Stadt dehnte ſich bis über den Palaſt Katharinens aus und umſchloß nicht allein die von dieſer Königin gepflanzten Parterres, ſondern auch die langen Alleen, die Bosquets und die immenſen Gitterwerke, welche Heinrich IV. angelegt hatte. Man grub die neuen Stadtgräben am Ende jenes weitläufigen Gartens, den Lenotre 50 Jahre ſpäter von neuem anpflanzen ſollte. Dieſe Gräben beſtanden länger als ein ganzes Jahrhundert, ſelbſt nachdem der Cours-la-Reine und die elyſäiſchen Felder in Paris eingeſchloſſen waren, und um eben dieſe Erinnerungen zu verewigen, hatte Gabriel, der im Jahre 1760 mit der Anlage des Platzes Ludwig XV. beſchäftigt war, deſſen Faßaden ſein Werk ſind, aus einer Art von geſchichtlicher Verehrung den geiſtreichen Gedanken, rings um denſelben wie eine Einfaſſung Gräben von einfachem und ſtarkem Anſehen zu mauern; eine Dekorazion, die zugleich ſymmetriſch und zufällig erſchien und jenen ſchönen Platz ſo ſchön umfaßte, die aber mit einer Eile zerſtört wurde, welche allermindeſtens bedauerlich genannt werden muß, und ohne daß Jemand das Warum zu erklären vermag!

Digitized by Google

Hätte Heinrich IV. den neuen Anstrich gesehen, den Paris in weniger als 15 Jahren nach seinem Tode angenommen hatte, so wäre er wahrscheinlich der erste gewesen, der von seinen alten Plänen abgegangen wäre. Der Kardinal hatte mehr als einen Beweggrund, um andere vorzuziehen und die Bauten im Umfange des alten Louvre zu koncentriren, den er als die Wiege des französischen Königthums betrachtete und dem er alle jene Großartigkeit und jenen Glanz verleihen wollte, die er für das Königthum selbst träumte; dann war ihm auch alles daran gelegen diesen Theil von Paris, wo er selbst seinen prächtigen Wohnsitz aufschlagen wollte, zu säubern und neu herzustellen.

Als einmal der Entschluß gefaßt war den Louvre Heinrich II. zu vollenden, machte man sich ans Abreißen, um den neuen Bauten Platz zu machen; von dem alten Palast waren nur zwei Hauptgebäude stehen geblieben, das östliche und das nördliche, mit welchem letztern man begann. Die Thürme und Thürmchen, die noch in den Plänen von Quesnel und Vasalieu angegeben sind, die langen Lauben des großen nördlichen Gartens, die wir auf denselben Plänen finden, wurden der Erde gleich gemacht, und endlich mußte man auch die Treppe Raymonds du Temple, jene merkwürdige Schneckenstiege, ein obschon steches, jedoch noch aufrecht stehendes Meisterwerk aufopfern? Was wollte man nun mit dieser tabula rasa beginnen? Sollte man sich wie Lescot auf die Fundamente des niedergerissenen Bauwerkes beschränken, oder sollte man den Grundriß ändern oder vergrößern?

Die Arbeiten wurden einem Manne anvertraut, dem der Kardinal gewogen war, in dem er Talent entdeckt hatte, und den er alsbald auch an die Spitze zweier anderer großen Bauten stellen wollte: an die Sorbonne und sein eignes Palais. Erst neuerdings aus Italien zurückgekehrt hatte Lemercier von dort keine gefährliche enthusiastische Vorliebe mitgebracht; er hatte einen scharfsinnigen und festen Verstand, welcher fähig war auch etwas schön zu finden, das nicht von ihm ausging; wohl etwas frostig, besaß er doch nicht die geringste Eitelkeit oder Charlatanerie. Er bewunderte aufrichtig die Fassaden Lescot's, und hatte er seiner Neigung folgen dürfen, so hätte er ganz gewiß das Gebäude vollendet ohne sich von den ursprünglichen Verhältnissen zu entfernen. Ein solch bescheidener Plan hatte aber keine Aussicht auf günstige Aufnahme; konnte der hauptsächlichste Theil, nachdem die Nebentheile des Palastes jene ungeheure Ausdehnung genommen, seine alten Dimensionen beibehalten? Gebot es nicht die Politik, dem König von Frankreich den größten Palast von Europa zu erbauen? Es durfte daher an den kleinen Louvre Lescot's nicht mehr gedacht werden.

Welchen Nutzen aber konnte man bei einem neuen Plan nach so großartigem Maßstabe von jenen beiden an ihren Enden nicht vollendeten Gebäuden ziehen, die man mit nichts verbinden konnte und deren winkelrechte Form den unangenehmsten Effekt hervorgebracht hätte? Wie konnte man aber auf der andern Seite sich entscheiden jene reizenden Fassaden zu vernichten, welche seit 60 Jahren einstimmig bewundert worden waren? Der Kardinal selbst hätte das nicht gewagt! Lemercier half aus der Verlegenheit, indem er einen Mittelweg vorschlug, nach welchem man, ohne diese beiden Fassaden zu berühren, ein viermal größeres Palais als das Lescot'sche erbauen könnte. Es handelte sich zu diesem Zweck nur um die Verlängerung der schon bestehenden Hauptgebäude bis zur doppelten Länge und Beibehaltung ihrer Architektur, und dann um den Bau zweier andern den beiden ersten gleichen Hauptgebäude an der östlichen und nördlichen Seite, um das Viereck zu machen. Durch dieses Mittel verdoppelte man die Ausdehnung der Gebäude und vervierfachte die Oberfläche des Hofes, denn anstatt eines Morgens Flächeninhalt hatte er deren vier. Die einzige Neuerung, welche Lemercier einführte, war die Hinzufügung von vier Pavillons zu den vier großen Pavillons des ursprünglichen Plans, wovon ein einziger, der an der südwestlichen Ecke schon gebaut war. Diese vier neuen Pavillons waren von derselben Größe und Höhe als die übrigen, und erhielten ihren Platz in der Mitte einer jeden der vier Faßaden; sie hatten den Zweck die Einförmigkeit der so lang gestreckten Linien zu unterbrechen; auch war mit ihnen der Vortheil verbunden, daß sie dem Architekten das natürliche Motiv zur Anlage von vier großen Vestibulen gaben, wodurch der Eingang in den Palast leicht und bequem wurde. Doch wurde nur ein einziges dieser Vestibule, das westliche, von ihm und zwar mit einem seltenen Glücke ausgeführt, obgleich man daran eine sehr erkennbare Reminiszenz des Palastes Farnese erblickt.

Digitized by Google

Der Entwurf Lemercier's wurde ſehr ſchnell genehmigt, und man machte ſich ſogleich ans Werk. Der erſte Stein zur Vollendung des Louvre, eine ſeitdem ſo oft wiederholte Cermonie, wurde von dem König mit großen Feierlichkeiten am 28. Juni 1624 gelegt, und bald erhoben ſich die erſten Steinſchichten des den Tuilerien gegenüber liegenden Pavillons, welcher der Uhrthurm genannt wird und im urſprünglichen Plan ein Eckpavillon war, im neuen Plane jedoch der mittlere Thurm des weſtlichen Flügels wurde.

Als ein ängſtlicher Beobachter der Ideen Lescot's hatte Lemercier bei dem Entwurf dieſes Pavillons die Hauptdispoſizionen des Pavillon du Roi vor Augen gehabt, nämlich den Pavillon an der ſüdweſtlichen Ecke gegenüber vom Fluſſe. Er hatte ihn für ſeinen Aufriß der Abendſeite ſelbſt ganz genau kopirt; bei der Faßade nach der Hofſeite aber mußte er nach mehr Reichthum ſtreben, um ſie mit dem übrigen Theil der Faßade in Uebereinſtimmung zu ſetzen. Für die untern Etagen hatten die Vorſprünge dieſer Faßade die Motive zu ſeiner Dekorazion geliefert; da er aber bei der letzten Etage die Schafte der drei großen halbkreisförmigen von Lescot angebrachten Oeffnungen nicht glatt laſſen wollte, ſo ordnete er in Gruppen von zwei zu zwei nach Art der gekuppelten Säulen acht große Karyatiden an, welche drei koncentriſche Frontons von verſchiedener Form, und eins das andere einfaſſend, tragen; eine bizarre Anordnung, welche dem guten Geiſte Lemercier's wenig würdig iſt. Was die Karyatiden ſelbſt betrifft, ſo weiß es Jedermann, daß ſie Meiſterwerke von Sarazins Meißel ſind, und obſchon ſie tief unter denjenigen ſtehen, welche wahrſcheinlich dem Künſtler als Muſter vorſchwebten, nämlich den Karyatiden von Goujon (unter der Tribune des Saals der Garden, jetzt der Karyatidenſaal genannt) und obgleich ihre Dimenſionen etwas zu koloſſal ſind und die Schwere der Kuppel, die ſie tragen, Veranlaſſung zu gerechtem Tadel geben, ſo kann man doch nicht verkennen, daß ſie den Pavillon auf eine impoſante und kühne Art bekrönen, ohne zu große Verwirrung in dem allgemeinen Anblick des Monuments hervorzubringen.

Dies war übrigens alles, was Lemercier zu erfinden ſich erlaubte. Von dieſem Centralpavillon an bis zum nordweſtlichen Ende der Faßade that er nichts Anderes als das von Lescot hinterlaſſene Vorbild Zug für Zug zu kopiren, wie es ein gehorſamer Schüler gemacht haben würde. Dann erbaute er an dem Winkel dieſer auf ſolche Art vervollſtändigten Faßade einen Pavillon, genau nach dem des Königs, und endlich begann er, immer nach demſelben Modell, den zurückſpringenden Flügel der Nordſeite, den er aber nur bis auf ungefähr die Hälfte ſeiner Länge, bei dem Anfange des Veſtibuls, und bloß bis zum erſten Stock aufführte. Bis dahin waren die Arbeiten gediehen, als Ludwig XIII. im Jahre 1643 ſtarb. Die genaue Angabe davon kann man in einem hübſchen Kupferſtich von Iſrael Sylveſter, betitelt: Vue et perspective du dedans du Louvre faict du regne de Louis XIII. ſehen.

Die Arbeiten unter dieſer Regierung hatten zweierlei Reſultate. Auf der einen Seite hatten ſie auf eine unwiderrufliche Weiſe die künftigen Dimenſionen des Palaſtes beſtimmt. Jener nach ſeiner ganzen Länge vollendete weſtliche Flügel, jenes Stück des nördlichen Flügels, korreſpondirend mit dem, was an der ſüdlichen Seite gemacht war, das alles war hinreichend, um zu verhindern, daß man von nun an auf geringere Verhältniſſe zurückkehrte oder daß man ſie noch mehr vergrößerte. Auf der andern Seite hatten dieſe Bauten den Faßaden Lescots ſo zu ſagen eine neue Weihe ertheilt und ihnen für die Zukunft ihre Unverletzlichkeit geſichert. Und ſomit hat Lemercier einen wahrhaften Dienſt geleiſtet, der um ſo mehr zu ſchätzen iſt, weil man weder zu ſeiner Zeit und vielleicht in keiner Epoche, liege ſie näher oder ferner, viele Künſtler fand und finden wird, die ſich auf ſolche Art binden und zu einer ſo beſcheidenen Stufe hinabſteigen, bloß um die Meiſterwerke Anderer zu reſpektiren. Indem wir indeſſen dieſer Aufopferung alle Gerechtigkeit wiederfahren laſſen, ſo möge uns doch die Bemerkung erlaubt ſein, daß Lemercier mit den beſten Abſichten von der Welt nur das materielle Leben jener herrlichen Faßaden gerettet hat und daß er in Betreff ſo zu ſagen ihres moraliſchen Lebens, ihrer Seele und jener Schönheit, welche die Richtigkeit und die Harmonie der Verhältniſſe hervorbringt, es damit beinahe eben ſo leicht gehabt hat, als wenn er ſie gröblich verſtümmelt hätte. Man erhält kein Monument, indem man es auf ſolche Weiſe verlängert, es ſo auseinander zieht und es gewiſſermaßen unter das Streckwerk bringt. Wenn Lescot aus dem Grabe auferſtände und man wollte ihm ſagen: Siehe das iſt dein Werk! ſo würde er ſich empören. Welche ſeiner

Digitized by Google

Ideen würde er unverſehrt und reſpektirt finden? Er hätte, ohne ſich der geringſten Monotonie auszuſetzen, allen ſeinen Faßaden ein und dieſelbe Anordnung geben können; drei Vorſprünge umfaſſen zwei zurückſpringende Theile: ein Element der Wahrheit ſowohl als der Symmetrie, und indem er dieſe Anordnung in einem ſo mäßigen Verhältniſſe wiederholt hätte, würde er des Effektes gewiß geweſen ſein. Er würde aber zu träumen glauben, wenn er an jeder ſeiner Faßaden anſtatt drei Vorſprünge, deren ſechs, und zwiſchen jedem dieſer Vorſprünge jene drei Fenſter, die immer dieſelben ſind und ſich ſechzehnmal wiederholen, dann um das Maß der Anmuthloſigkeit voll zu machen, was aber Lemercier nichts angeht, ſeine Eckpavillons weggeriſſen und auf drei Seiten des Hofes ſeine Faßaden überhöht fände. Die Ideen dieſes großen Künſtlers wurden demnach um die Wette entſtellt, nach der Länge von dem Einen, nach der Höhe von dem Andern; und dennoch war ihre urſprüngliche Kraft ſo groß, daß ſie über dieſe doppelte Korrektur triumphiren und ſelbſt unter ſo betrübten Verhältniſſen eine unwiderſtehliche Anziehungskraft und einen unausſprechlichen Reiz beſitzen, wie ein edler Wein, der mit Waſſer verdünnt dennoch ſein Bouquet und ſeinen Geſchmack nicht verloren hat. Wenn man heutigen Tages in dieſer Miſchung noch etwas Reines entdecken will, ſo gibt es nur ein Mittel, nämlich den neuen Faßaden den Rücken zuzuwenden und ſich denen ſo weit zu nähern, welche Jean Goujon ſkulptirte, daß man nicht darüber hinausſehen kann. Nach Verlauf von einigen Augenblicken fühlt man dann alles das, was in dieſem großen künſtlichen Ganzen ſchlaff und abgeſpannt iſt, ſich verdichten und kräftigen, und nach und nach macht man ſich einen Begriff von dem zarten aber ſtark ausgedrückten Rhytmus, welcher das ganze Gebäude geregelt hätte, wenn es ſeiner Konzepzion treu geblieben wäre.

Nach unſeren modernen Begriffen hätten wir jene beiden Flügel ſo beibehalten wie ſie waren, und hätten ſie als ein unvollendetes Meiſterwerk und für eine immerwährende Probe des exquiſiten Geſchmacks unſerer Vorältern betrachtet. Wir hätten ſie ſorgfältig behandelt, für ihre Dauer geſorgt und ſie künſtleriſch belebt, um den nachfolgenden Jahrhunderten als Beiſpiel und als ein Gegenſtand der Bewunderung zu dienen. Dies ſind Sorgen und Pflichten, welche nur den kritiſchen und unparteiiſchen, leidenſchaftsloſen und friedlichen Epochen angehören, und das war Frankreich unter Richelieu nicht.

Der Louvre unter Ludwig XIV.

Ueber die Minorennität Ludwig XIV. und über die Fronde wollen wir ſchnell hinwegeilen. Man darf nicht glauben, daß man während dieſer ſtürmiſchen Zeit die Arbeiten am Louvre ausgeſetzt hätte; im Gegentheil wurden deren eine Menge ausgeführt, die aber mehr die innere Einrichtung als den weitern Ausbau betrafen. In der erſten Zeit erhöhte man jährlich den nördlichen Flügel um einige Schichten, nur um den Anſchein zu vermeiden als vernachläſſige man die Entwürfe des verſtorbenen Königs. Die wahren Bauten beſtanden aber nicht darin. Lemercier und alle ſeine Leute beſchäftigten ſich nur mit den Gemächern der Regentſchaft. Anna von Oeſterreich, die ſich mit ihrem Sohn in den Kardinalspalaſt zurückgezogen, um das Vermächtniß Richelieu's in Beſitz zu nehmen, hatte nicht die Abſicht ihren Wohnſitz darin aufzuſchlagen; ſie wollte eine königliche Reſidenz, und im Gegenſatz von Katharina und Maria von Medicis war es der Louvre, den ſie für ihre Wohnung vorbereitete. Sie hatte die erſten Entwürfe Katharina's, nämlich die Verbindung des Erdgeſchoſſes der kleinen Galerie mit den frühern Appartements der Königin wieder aufgenommen und ſich zugeeignet. Sie hatte die innere Eintheilung dieſes langen Erdgeſchoſſes, das nach dem im Jahre 1576 geſtochenen Plan von Ducerceau nur einen einzigen Saal bildete, angeordnet und fünf ſchöne Säle von verſchiedener Form und großer Pracht daraus gebildet, wie man aus demjenigen ſchließen kann, was von den Plafonds, den Stuckarbeiten und den Skulpturen der Anguier noch übrig geblieben iſt. Was die Plafonds ſelbſt betrifft, ſo waren ſie das Werk eines fähigen und ſchon berühmt gewordenen Talents, jenes Romanelli nämlich, den Mazarin berufen, um auch die Galerie ſeines Palaſtes zu dekoriren. In dieſer Epoche hatte die Königin in dem Königspavillon jenen merkwürdigen Badeſalon herſtellen laſſen, der ganz mit Marmor und Gold bekleidet war, den Sauval zu bewundern und zu beſchreiben nicht müde wird; auch hatte ſie unweit davon vorher ſchon ungefähr da, wo jetzt das Treppenhaus des Muſeums iſt, ein Theater errichtet, wovon ſich noch einige Subſtrukzionen in der Wohnung des Hausverwalters errathen laſſen, und welches bis dahin zur Beluſtigung des Hofes diente, wo Ludwig XIV. in den Tuilerien das jetzt noch beſtehende Theater errichten ließ.

Alle dieſe Bauten und noch viele andere von derſel-

Digitized by Google

den Art können hier nur angedeutet werden; die fortwährenden Veränderungen zu beſchreiben, welche das Innere des Palaſtes erlitt, wäre eine unendliche Aufgabe, und nur diejenigen von einiger Wichtigkeit werden wir angeben, die auf das Aeußere der Gebäude Einfluß nahmen. Nun war es erſt im Jahre 1660, als unter Ludwig XIV eine erſte Reihe von Arbeiten dieſer Art begann. Mazarin lebte noch, mächtig und verehrt; er hatte den König vermählt und Frankreich den Frieden gegeben. Er wollte, daß in der Hauptſtadt der pyrenäiſche Frieden nicht bloß durch Feſte und Spiele gefeiert werden ſollte, ſondern auch durch ein dauerndes Schauſpiel, durch große und ſchöne Bauten. Noch eine andere Urſache hatte die Wiederaufnahme der Bauten veranlaßt. Lemercier war geſtorben, und zwar in der ehrenvollſten Armuth, nachdem er mehr als 30 Jahre die große Laſt als erſter Architekt des Königs getragen. Obſchon er bis zu ſeinem letzten Tage ſich mit dem Louvre beſchäftigt und von Zeit zu Zeit Vollendungsprojekte dieſes Palaſtes vorſchlug, war er doch nicht mehr im Stande ſie auszuführen. Sein Nachfolger dagegen, Louis Levau, beſaß, obgleich ſich den Sechzigern nahend, die ganze Thätigkeit eines jungen Mannes. Er war wie Lemercier ein wahrer und unterrichteter Künſtler, wohl lebhafter und kühner, aber weniger korrekt und weniger Verehrung zollend den Meiſtern des 16. Jahrh., dabei aber doch zum Theil die Tradizionen ihrer Schule feſthaltend. Er verdankte ſeine neue Stellung dem damals viel vermögenden, obſchon ſeinem Falle nahen Fouquet. Levau hatte für den Oberintendanten das glänzende Schloß Vaux-le Vicomte erbaut. Fouquet hatte ihm ſeit dem Jahre 1653 die Pforten zu der Leitung der königlichen Bauten eröffnet und ſetzte ſeiner Laufbahn die Krone auf, als er ihn zum Nachfolger von Lemercier machte. Dieſen Urſprung der Begünſtigung von Levau heben wir beſonders hervor, weil dadurch, daß er bald nachher eine der Urſachen ſeiner Ungnade ward, eine bedeutende Veränderung, eine wahre Umwälzung in die Zukunft des Louvre hervorbrachte.

Levau hatte kaum ſein neues Amt begonnen, als er zu gleicher Zeit mehrfach in Anſpruch genommen wurde. Neben den Tuilerien gründete und erbaute er den Pavillon Marſan und das daran anſtoßende Gebäude; dann reſtaurirte er und baute von Grund aus den übrigen Theil des Gebäudes um, vereinbarte auf ſeine Art und mit einer etwas rohen Weiſe alle verſchiedenen Stile, ſupprimirte die reizende obere Etage Bullant's, und gab dem Centralpavillon des Delorme jene Breite, unter welcher ſeine anmuthige Kuppel zu verſchwinden ſcheint; eine ſo bedauernswerthe, indeſſen durch die rieſenhafte Nähe des Florapavillons gewiſſermaßen gebotene Breite; an der Flußſeite ließ er den von Ducerceau erbauten Theil der großen Galerie überarbeiten und in die Frontons Heinrich IV die Sonne Ludwig XIV ſkulptiren; im Hofe des Louvre endlich ſetzte er jenen nördlichen Flügel fort, welchen Lemercier ſeit 17 Jahren ſo langſam fortgebaut hatte, und gleichzeitig begann er die Verlängerung des ſüdlichen Flügels; eine ganz neue Arbeit, welche die Beſeitigung des alten runden Thurmes erheiſchte, der die ſüdöſtliche Ecke des alten Louvre flankirte und deſſen Spitzdach ſo wie die geſprungenen Mauern, die ſich an die Faßade Lescots parallel mit dem Fluß anſchloſſen, jenen eigenthümlichen Kontraſt hervorbrachten, den mehrere Kupferſtiche von Iſrael Sylveſtre von 1660 ſo vortrefflich darſtellen. Außer dieſem Thurm von Karl V mußte man, um mit der Fortſetzung des mittäglichen Flügels fortfahren zu können, auch den Marmorhof von Karl IX, der ziemlich an den Fuß dieſes Thurmes gebaut war, wegreißen, und alle alten Gebäude eines ehemaligen Wirthſchaftshofes, die ſich an der öſtlichen Seite von dem äußern Graben des Louvre bis zum Palaſt Petit-Bourbon erſtreckten, waren der Erde gleich zu machen.

Levau ließ alſo zu gleicher Zeit demoliren, reſtauriren und konſtruiren, wobei er von ſeinem Schwiegerſohn François Dorbay unterſtützt wurde. Er führte alle dieſe Arbeiten mit einem Eifer und einer Schnelligkeit aus, welche dem jungen König gefallen mußten. Ludwig trat damals ſeine wirkliche Regierung an. Sieben oder acht Monate nach dieſer Wiederaufnahme der Louvrebauten ſtarb Mazarin, und der König, der nun ſelbſt ſein erſter Premierminiſter geworden, widmete ſich mit demſelben Eifer den Angelegenheiten ſeines Reiches als auch jenem Trieb zur Errichtung von monumentalen Bauwerken, der ihn ſo weit fortreißen ſollte. Er dachte nur an ſeinen Louvre, ohne es ſich einfallen zu laſſen, daß er einſt ein Verſailles haben würde. Ein anderer wäre durch die Feuersbrunſt ängſtlich geworden, welche beim Anfang aller ſeiner Unternehmungen im Jahre 1661 die kleine Galerie Heinrich IV und die koſtbaren Malereien von Bunel, Dubreul, Porbus, womit ſie gezirt war, zerſtörte;

Digitized by Google

er aber wurde gerade dadurch noch mehr angefeuert und ordnete die ſofortige Wiederherſtellung an, ohne für jeden andern Gegenſtand zu erkalten. Für ihn war dies nur die Freude noch einen Bau mehr leiten zu können, und für Lebrun, der ſeines Theils damals auch den Anfang ſeiner Herrſchaft begann, eine Gelegenheit die Elaſticität und die Mannigfaltigkeit ſeiner Talente glänzen zu laſſen. Unter allen gleichzeitig unternommenen Bauten war übrigens keiner, den Levau mit ſo viel Liebe leitete als den ſüdlichen Flügel des Louvre. Da er in derſelben Zeit in Folge des Vermächtniſſes des Kardinals beauftragt war auf dem Platz des Neſlethurmes und ſeiner Zugänge das Kollegium der vier Nazionen zu erbauen, ſo hatte er ſogleich die Idee aufgefaßt die beiden Gebäude, obgleich ſie durch die Seine getrennt waren, ſo zu ſagen in Verbindung zu bringen, indem er ihnen dieſelbe Achſe gab. Der Pont des Arts hat dieſe Verbindung in unſern Tagen mehr zur Wirklichkeit gebracht, ohne jedoch die ſür immer zerſtörte Harmonie der erſten Kombinazion wiederherzuſtellen, ohne den Effekt der ungeheuren Faſſade des Louvre zu vermindern, welche, gleichzeitig dem Fluſſe zu ſehr genähert und viel höher errichtet als Levau es wollte, mit ihrer Maſſe jenes arme Kollegium Mazarin niederdrückt und ihm anſcheinend noch weniger Höhe läßt als es wirklich der Fall iſt. Wir werden ſogleich ſehen, wie und warum die Faſſade Levau's, kaum vollendet, für immer von der jetzt beſtehenden maskirt werden mußte; für den Moment betrachten wir nur den Bau. Um jenen ſüdlichen Flügel zu verlängern, hatte ſich Levau wie Lemercier in Betreff der weſtlichen und nördlichen Verlängerungen an die Nachahmung der Architektur Lescot's ſtets dort gebunden, wo eine durchſtändliche Nachahmung möglich war. In Bezug auf den mittlern Pavillon, deſſen Modell für Lescot nicht mehr vorhanden war, hatte er an der Hofſeite die Anordnung Lemercier's angenommen, indem er bloß etwas an ſeinen Karyatiden veränderte; an der Flußſeite jedoch ſchien ihm der Platz zu offen und zu großartig als daß er ſich an die außerordentliche Einfachheit der äußern Faſſade des Uhrpavillons binden konnte. Er machte daher die Neuerung und brachte an ſeinem mittlern Pavillon ſechs große korinthiſche, in beiden Stockwerken des Gebäudes gleich hohe Säulen mit einem Gebälk an, von dem aus ſich zwiſchen reichen Basreliefs ſechs große Statuen auf hohen Stylobaten erhoben. Dies war das erſtemal, daß eine koloſſale Ordnung an dem Louvre des Lescot zum Vorſcheine kam: wohl ein ſchüchterner Verſuch, eine weniger rohe Invaſion als bei den Tuilerien, jedoch immer ein gefährliches Beiſpiel. Die Barrière war verſtärkt worden; weniger klug und weniger entſchieden als Lemercier verließ Levau das Terrain des Widerſtandes; er glaubte der falſchen Größe wenig nachzugeben: ſechs Säulen an dieſer Faſſade, einige Pilaſter an den Pavillons des Kollegs Mazarin, einige Säulen auch an Baur-le-Vicomte. Dieſe Halbheiten aber gefielen Niemand, und er öffnete die Pforte kühner als jener, wie er es bald zu ſeinem Schaden lernen ſollte.

Ungeachtet dieſer Schmarotzerſäulen können wir die Faſſade Levau's nur bedauern, da ſie wenigſtens in ſieben Achteln ihrer Länge eine Reproduktion der männlichen und kraftvollen Ideen Lescot's iſt. Bei ihrer mäßigen Höhe ſtand ſie im richtigen Verhältniß zu den Monumenten des jenſeitigen Seineufers, ſo wie zu der Apollogalerie und zu allen ſie umgebenden Linien; ihr ſichtbares Dach endlich, von den drei großen Pavillons unterbrochen, verlieh ihrem Profil eben ſo viel Bewegung, als in den geraden und eintönigen Linien des jetzigen ihre Stelle einnehmenden Theaters Trockenheit und Schroffheit liegt.

Die Arbeiten wurden mit ſolchem Eifer betrieben, daß am Ende des Jahres 1663 der rohe Bau dieſes ſüdlichen Flügels beinahe vollendet und die Skulpturarbeiten bereits ſehr weit vorgerückt waren, obwohl die Ausführung untadlig und die Zeichnung von einem Geſchmack und einem Reichthum geweſen ſein ſoll, der Levau alle Ehre machte. Es handelte ſich jetzt noch um den Theil des Palaſtes, an den noch Niemand die Hand gelegt hatte, um den öſtlichen Flügel. Levau, der nicht ruhte, hatte ſchon vor einiger Zeit die königliche Billigung ſeiner bezüglichen Entwürfe erhalten. Obwohl er denſelben Charakter wie auf der Flußſeite im Allgemeinen beibehielt, ſtattete er indeſſen ſeine neue Faſſade etwas reicher aus, da er, wie einſt Lescot, die Abſicht hatte den Haupteingang des Louvre auf dieſe Seite zu verlegen. Um dieſem Eingang aber etwas Majeſtätiſches zu verleihen, war es nicht mit einer reichen Faſſade abgethan; es bedurfte eines großen und ſchönen Platzes als Avenue. Das Terrain, mit Wohnhäuſern erbaut, war dazu wenig günſtig; auch waren dieſe

Digitized by Google

zum Theil ſehr theuer. Hier ſtand das Hotel du Petit-Bourbon, ein ungeheures Feudalſchloß mit Zinnen, welches von dem Herzog von Bourbon, dem Schwager Karl V, unter deſſen Regierung erbaut worden war. Ein Jahr nach dem Verrath des Connetable war der Palaſt in Folge einer Verurtheilung öde. Der große Thurm war als Zeichen der Felonie zur Hälfte niedergeriſſen und das Hauptthor mit der gelben Farbe beſchmiert, mit welcher der Henker die Häuſer der Majeſtätsverbrecher bepinſelte. Seit 1527 konfiscirt, konnte das Schloß Petit-Bourbon demolirt werden, ohne daß es der Krone etwas koſtete; aber das Publikum verlor in dem Fall jene große Galerie oder den Saal, der ſeinesgleichen nur im Schloſſe Montargis hatte, und in dem man ein ziemlich großes Theater eingerichtet, welches zuweilen zu Bällen und Schauſpielen diente. Erſt kürzlich hatte der König dieſes Theater der Truppe Moliere's geliehen. Außer dem Petit-Bourbon mußte man, wie es bei dem Carrouſelplatz der Fall geweſen, zuerſt das kleine Hotel des Herrn von Choiſy, ferner das große und ſchöne Hotel des Herzogs von Longueville, ehemals das Hotel Alencon, endlich die Hotels de Villequier, d'Aumont, de la Force und de Crequy käuflich erwerben. Der König gab zur Acquiſizion dieſer Grundſtücke die nöthigen Befehle, und das Terrain wurde frei vom Louvre an bis zur Straße des Poulies. Man behielt ſich für die Folge vor, die Häuſermaſſe jenſeits der Straße durchzubrechen, um dem Platze edlere Verhältniſſe zu geben.

Schon hatte man einen Theil von Petit-Bourbon niedergeriſſen, um den Eckpavillon der ſüdlichen Faßade zu bauen; das Einreißen nahm ſeinen Fortgang, und bald waren von der großen Feudalburg nur noch unförmliche Trümmer übrig. Was die Hotels betraf, ſo ließ man ſie einſtweilen noch ſtehen; nur die Theile, welche der im Bau begriffenen Faßade zunächſt lagen, wurden niedergeriſſen. Levau betrieb das Einreißen mit der größten Eile und ſuchte den geringſten Aufenthalt zu vermeiden, als ob er eine Ahnung deſſen gehabt hätte, was ihm widerfahren ſollte. Schon hatte er den Grund gelegt, bereits waren einige Theile ſeines Baues acht oder zehn Fuß über dem Boden, als er im Mai 1664 den Befehl erhielt alle Arbeiten einzuſtellen. Was war geſchehen? Herr von Ratabon war nicht mehr Oberintendant der Bauten; Colbert hatte ſein Amt käuflich an ſich gebracht und daſſelbe angetreten! Seit dem Tode Mazarin's hatte Colbert nur daran gedacht ſich für die Verwaltung und die Finanzen unentbehrlich zu machen; bald aber fühlte er, daß er ſich eben im Intereſſe ſeiner großen Pläne auch mit dem Geſchmack und den Liebhabereien des Königs befaſſen müſſe. Dieſer hatte ſich bis dahin begnügt nach der Art und Weiſe ſeines Ahnen, Heinrich des Vierten, zu bauen, nämlich ſchnell und viel. Die unermüdliche Thätigkeit und die große Praxis Levau's hatten ihm vollkommen genügt; bereits dünkte ihm aber in der Architektur wie in allem Uebrigen ſein Horizont zu enge. Dieſer wahren Größe, zu der Richelieu und Mazarin Frankreich erhoben hatten, und die er ſelbſt in ſeinem hochherzigen Geiſte anfangs ſo wohl begriffen, folgte bald eine äußerliche Großartigkeit. Colbert ſollte ſpäter vergebens ſuchen, die koſtſpieligen Folgen hiervon aufzuhalten. In der Zeit, von der jetzt die Rede iſt, ſuchte er den auftretenden Geſchmack zu begünſtigen.

Ohne dem Umſtande allzuviel Bedeutung beizulegen, daß Levau unglücklicherweiſe Architekt und Freund Fouquet's war, können wir uns doch nicht verheimlichen, daß dieſer Titel in den Ohren des neuen Oberintendanten keinen angenehmen Klang hatte. Je mehr man den Schleier der Geheimniſſe jener Regierungszeit Ludwig XIV zu lüften wagt, wo die Kunſt und Wiſſenſchaft ſich in zwei feindliche Lager theilte, wo der alte franzöſiſche Forſchungsgeiſt zu Gunſten des neuen Hofgeiſtes ſich plötzlich entthront ſah, deſto mehr muß als eine der zufälligen Urſachen dieſer Uneinigkeit und Zerriſſenheit die Kataſtrophe Fouquet's bezeichnet werden. Dem ſei nun wie ihm wolle, Colbert verlor nach ſeinem Amtsantritt keine Zeit, bei dem König große Zweifel über das Verdienſt von Levau's Projekt zu erwecken. Es ſei dies, ſagte er, viel zu kümmerlich für einen ſo erhabenen Vorwurf wie den Eingang zum Palaſt eines großen Königs; der Künſtler ſei allerdings ein geſchickter Mann, aber ſein Projekt zeige deutlich einen veralteten Geſchmack. Man müſſe das Projekt von allen Architekten von Paris prüfen laſſen und dieſelben auffordern ſelbſt Pläne zu verfaſſen, mit dem Verſprechen denjenigen auszuführen, der dem König am beſten gefallen würde. Vor einem ſolchen Tribunal war Levau ſchon im vorhinein verdammt; Colbert mußte dies wohl wiſſen. Der König leiſtete nicht lange Widerſtand; in ſeinem natürlichen Hang geſchmeichelt, beſtätigte

Digitized by Google

er die Prüfung und den Konkurs, wie Colbert verlangte.

Wir sind jetzt zu dem Zeitpunkt gelangt, wo die zweite Reihe der Arbeiten am Louvre unter Ludwig XIV begann; Arbeiten, die ganz das Gepräge des neuen Geistes seiner Regierung trugen. Jenem etwas konvenzionellen Pomp, von dem auch unsere ausgezeichnetsten Dichter nicht frei sind, mußte sich die Baukunst wie alle übrigen Künste fügen. Diese neue Periode bezeichnen zwei charakteristische Züge; einerseits der glänzende, unbestreitbare Triumph der „kolossalen Ordnung“, anderseits das Aufgeben unserer alten Methode der Dachdeckung der Monumente. Jene großen vorspringenden Dächer, so alt als Frankreich und sein Klima, werden verdammt als unnützer, aller Majestät barer Auswuchs; als bürgerlich, selbst antiköniglich verschrieen, bleiben sie, Gott weiß wie lange noch, von unseren monumentalen Bauten verbannt, und unsere Professoren der Architektur, die gelehrtesten und gemäßigsten, verbreiten fortwährend den Grundsatz, daß in der Dekorazion von Palästen die sichtbaren Dächer gegen alle Schicklichkeit sind. Seltsam, jene ganz italienische Revoluzion, die Serlio und seine Kolonie zu Fontainebleau vergebens gepredigt, die unsere Schule trotz aller sonstiger Zwistigkeiten länger als ein Jahrhundert einstimmig verworfen hatte, sie sollte geschehen, und durch wen? durch einen Arzt der pariser Fakultät!

Unter den Projekten, die Colbert vorgelegt wurden und die er im Herbst desselben Jahres öffentlich ausstellen ließ, befand sich einer, der die lebhafteste Aufmerksamkeit erregte. Er war nicht unterzeichnet und Niemand ahnte den Verfasser. Die Zeichnung von hoher Vollendung stellte eine lange Reihe von korinthischen, zu zwei gekuppelten und auf einem ungeheuren Unterbau ruhenden Säulen dar. Ueber dem auf diesen Säulen ruhenden Sims lief als Dach ein einfaches durchbrochenes Geländer hin, dessen Horizontale sich am Himmel abzeichnete. Was sollte dieses prachtvolle Peristyl? Etwa nur die geschickte Hand des Zeichners bewähren, oder war es einer jener idealen Pläne ohne Rücksicht auf Sitten und Klima, die uns in den Ruinen von Balbeck und Palmyra in träumerisches Entzücken wiegen? Konnte dieser aller Fenster bare Bau, denn weder der Unterbau noch der Grund des Peristyls war von der kleinsten Oeffnung durchbrochen, als Frontispice für einen bewohnten Palast dienen, und zwar für diesen Palast, dessen ganzem Charakter und Verhältniß derselbe so ganz entgegengesetzt war? Gleichwohl sollte dies Projekt nach manchen Schicksalen siegreich aus dem Kampfe hervorgehen. Bei Hof wie in der Stadt verlor man sich in Muthmaßungen über den Urheber dieses glänzenden Phantasiegebildes; Colbert allein kannte seinen Namen.

Dieser große Minister hatte den Verstand seine Unzulänglichkeit einzusehen in Dingen, von denen er nichts verstand; von Natur aus wenig Kunstkenner, das Nützliche besser kennend als das Schöne, geschickter die Vollendung des Kanals von Languedoc als die Verschönerung des Louvre zu leiten, hatte er sich seit seinem Amtsantritt mit einer Art von kleinem geheimen Rath umgeben, der aus Männern der Wissenschaft und aus Kunstliebhabern bestand, und dessen Winken er folgte. Die Seele dieses Comité's war Charles Perrault, ein thätiger etwas leichter Geist, voll Feinheit und Savoir-faire, der sich durch seine an Paradoxen und Witzfunken reichen Schriften allein einen Namen gemacht hätte, auch wenn es Boileau's Epigramme nicht gäbe. Perrault hatte zwei ältere Brüder; der eine, der Vaterstelle bei ihm vertreten hatte und dessen Gemüs er zehn Jahre lang gewesen, war Generalpächter der Finanzen in Paris; der andere war Doctor der Medicin, in allen mathematischen Wissenschaften erfahren, besonders ein geschickter Physiker und ein vollkommner Zeichner in Mechanik und Architektur. Charles sagt uns in seinen Memoiren, daß der erste Gedanke des Peristyls von ihm selbst ausging und daß er ihn seinem Bruder mitgetheilt, der ihn verschönert und die Zeichnung gemacht hatte, deren Urheber Niemand ahnte. Was dieser etwas anmaßenden vertraulichen Mittheilung einigen Glauben verschaffen kann, ist die Art und Weise, wie Charles Perrault an dem Erfolg dieses Werkes seines Bruders arbeitete; an diesen beharrlichen, unermüdlichen Anstrengungen erkennt man das Herz eines Vaters.

Gewiß waltet kein Zweifel ob, daß es Claude war, der die Kolonnade des Louvre baute; eben so wahr ist es auch, daß Charles sie erbauen ließ. Er erzählt uns, daß er die Zeichnung vor der Ausstellung Colbert zeigte, daß dieser sich sehr anerkennend darüber äußerte und über die Lobsprüche entzückt war, die man ihm darüber machte. Als aber die Lobeserhebungen auch mit strengen Kritiken gemischt wurden, als die Architekten, die Levau's Pro-

Digitized by Google

ſekt ſämmtlich getadelt hatten, mit dem anonymen Projekt nicht günſtiger verfuhren, gerieth Colbert in Verlegenheit. Er kam auf den Gedanken die Geiſteslichter, die er in Paris nicht fand, von Rom zu verſchreiben. Karl Perrault, als erſter Commis der Oberintendanz, erhielt den Befehl die Pläne aller Konkurrenten nach Rom zu ſchicken und die Meinung der dortigen Architekten einzuholen. Die Pläne wurden abgeſchickt, nur vergaß Perrault geſchickt ein Projekt einzupacken, das ſeines Bruders. Die römiſchen Architekten beurtheilten Levau's Projekt auf das ungünſtigſte, gaben aber keinen anderen Plan. Unterdeſſen lag man dem König beſtändig in den Ohren, daß man keine Meinungen, ſondern einen Mann von Italien verlangen müſſe; in Rom finde man den Nachfolger Michel Angelo's, den Erbauer der Kolonnaden von Sankt Peter, des Palazzo Ravone und ſo vieler anderer Wunderwerke, nämlich den Cavaliere Bernini; das ſei der Mann, deſſen der König bedürfe; wenn dieſer ſich entſchlöſſe ſein Vaterland zu verlaſſen, dann werde der Louvre der erſte Palaſt Europa's. Herr von Bellefonds, der Abbé Benedetti, der Kardinal Barberini citirten um die Wette die Wunderwerke, die genialen Schöpfungen des unvergleichlichen Künſtlers. Solche Worte gingen von Mund zu Mund, das ganze Publikum rief einſtimmig nach Bernini. Perrault hielt es für das klügſte, den Sturm ruhig vorübergehen zu laſſen, um ſo mehr als Colbert demſelben nachgab.

Bei dem römiſchen Hof wurden ernſtliche Verhandlungen gepflogen, denn es handelte ſich um eine ſehr ſchwierige Angelegenheit, den Papſt dahin zu vermögen ſich von dem Künſtler zu trennen und dieſen zu beſtimmen, ſein Vaterland und ſeine Sonne zu verlaſſen; er ſtand im 68. Lebensjahre und war für ſeine Geſundheit beſorgt. Schon zwanzig Jahre früher, im Jahre 1664, hatte er die glänzendſten Anerbietungen und dringendſten Bitten Mazarins abgeſchlagen. Dieſes Mal wollte er zwar Skizzen einſchicken, aber was ſeine Perſon anbetraf, beſtand er auf ſeiner Weigerung. Man glaubte, daß ein Brief von der Hand des Königs ſelbſt allein über ſeinen Widerſtand triumphiren könne; der Brief wurde den 11. April 1665 geſchrieben und durch Abbé Benedetti überbracht. Zugleich beauftragte der König ſeinen Geſandten in Rom, den Herzog von Creauy, ſogleich noch einen Beſuch beim heiligen Vater und mit dem nämlichen Ceremoniell einen ſolchen bei dem Cavaliere Bernini abzuſtatten und in ihn zu dringen, nach Frankreich zu kommen.

Bernini verließ Rom; die Ehrenbezeugungen, die er bei ſeiner Abreiſe und in den Städten Italiens empfing, überſtiegen allen Glauben. In Frankreich brachte ihm von Beauvoiſin an jede Stadt, die er berührte, Ehrenbezeugungen und Geſchenke dar; ſelbſt in Lyon, wo man dies nur Prinzen von Geblüt ſchuldig war, verfuhr man mit ihm auf dieſe Weiſe. Diener des Königs ſorgten auf ſeiner Reiſe für ſeine Tafel, und als er ſich Paris näherte, wurde ein Haushofmeiſter des Königs, Herr von Chantelou, der Italien bereiſt hatte und gut italieniſch ſprach, nach Juviſy geſchickt, um ihn zu empfangen, ihm Geſellſchaft zu leiſten und ihn überallhin zu begleiten.

Das Hotel Frontenac, welches für ihn meublirt worden war, wurde ihm zur Wohnung angewieſen. Außer den königlichen Meubeln ſtanden eine wohl beſetzte Tafel und Leute zu ſeinem Befehl. Wenige Tage nach ſeiner Ankunft am 5. Juli 1665 begrüßte er den König zu Saint-Germain-en-Laye und wurde mit Auszeichnung empfangen. Als er ſeine Zeichnungen vorlegen durfte, wurde ihm gewährt dieſelben geheim halten zu können; ſie wurden in einem Kabinet aufgehängt, wohin außer ihm, Colbert und Chantelon, Niemand den Zutritt hatte.

Vierzehn Tage verfloſſen, ohne daß Charles Perrault, der, wie man ſich denken kann, vor Ungeduld brannte dieſe Zeichnungen zu ſehen, Kenntniß von denſelben bekam. Endlich gelang es ihm, wie er ſelbſt erzählt, mit Hülfe eines Herrn Foſſier, der den Auftrag hatte Bernini mit allem zu verſehen, was er zum Zeichnen bedürfen könnte, in das geheimnißvolle Kabinet zu kommen. „Herr Colbert, ſagte er, fragte mich, ob ich die Zeichnungen geſehen habe; ich verneinte aber die Frage. (Ich kann verſichern, daß dies das einzige Mal war, daß ich dem Miniſter nicht die Wahrheit ſagte). Sie ſind großartig, ſagte er. Ohne Zweifel ſind es freiſtehende Säulen, entgegnete ich; Nein ſagte er, ſie ſind zu einem Drittel eingemauert. Das Thor iſt wohl ſehr groß? fuhr ich fort; nein, antwortete er, es iſt nicht größer als das Thor des Küchenhofes. Ich ſprach noch anderes Aehnliches, um ihn darauf aufmerkſam zu machen, daß Bernini in denſelben Fehler verfallen war, die man an den Plänen Levau's und der meiſten andern Architekten getadelt hatte; dies war der Grund, warum ich

Digitized by Google

vorgab die Zeichnungen Bernini's nicht zu kennen, da diese Kritiken mehr Kraft haben mußten, wenn ich diese nicht gesehen hatte, als wenn sie nach einer genauen Prüfung derselben ausgesprochen werden waren; außerdem hätte ich anderen Falls vielleicht nicht gewagt meine Meinung mit so viel Freiheit zu äußern."

Man sieht aus diesem Pröbchen, welche Intriguen gesponnen und wie hartnäckig gekämpft wurde. Die Perrault konspirirten nicht allein; auch Levau, sein Schwiegersohn und seine zahlreichen Freunde arbeiteten ihrerseits gegen den gemeinschaftlichen Feind; viele andere Künstler waren wüthend über das Uebermaß von Ehre, welches einem Fremden gezollt wurde; der erbittertste endlich war Lebrun, dessen Pläne für die Oberherrschaft vernichtet waren, wenn sich ein solcher Mann in Frankreich festsetzte. Dieser mußte um jeden Preis vom Hofe vertrieben und in der Gunst des Monarchen gestürzt werden. So vielen allein gegenüber stehend, was vermochte der Cavaliere? Der Boden unter seinen Füßen war untergraben. Der kleine, untersetzte, hübsche Mann mit dem kühnen Blick, dem lebhaften und glänzenden Geist hatte sich anfänglich sehr wohl befunden; ein guter Redner und, wie Perrault sagt, voll Sentenzen, Parabeln, Geschichtchen und Bonmots, mit denen er seine Unterhaltung würzte, sein italienisches Geberdenspiel, seine Begeisterung, wenn er von der Kunst, von Michel Angelo und von sich selbst sprach, setzten unsere Hofleute in Verwunderung und gaben seinen Feinden Gelegenheit ihn lächerlich zu machen und ihn als Charlatan zu verschreien. Als er die Gefahr bemerkte, suchte er seine Manier zu ändern und nahm seine Worte in Acht, namentlich wenn man ihm Werke unserer lebenden Künstler zeigte; diese aber wurden dadurch nur noch mehr erbittert. Lebrun sagte ärgerlich: „er ist nur vor meinen Gemälden still." Als der arme Cavaliere nicht mehr wußte, wie er es machen sollte, nahm er seine Zuflucht zu der Arbeit. Hier aber wurden seine Verdrießlichkeiten noch verdoppelt.

Er hatte von Rom Maurer mitgebracht, da er sich, wie früher Benvenuto Cellini, eingebildet hatte zu Leuten zu kommen, die nicht einmal einen Mörtel anzumachen verständen. Diese Maurer (Muratori) sollten die Franzosen unterrichten und sie die römische Bauweise lehren. Diese bezeigten aber dazu keine Lust und behaupteten, wenn sie auf die Fremden hörten und ihre Fundamente aus nicht behauenen, vor der Vermauerung benetzten und auf's Gerathewohl gesetzten Bruchsteinen aufführten, so hielten ihre Mauern nicht. Die Zänkereien wurden immer lebhafter. Colbert mußte dazwischen treten und befehlen, daß beide Konstrukzionsmethoden versucht würden. Die Muratori bauten zwei sechs Fuß hohe Mauern nach ihrer Art, auf welchen sie ein Gewölbe, gleichfalls nach ihrer Methode, aufführten; die französischen Maurer errichteten ebenfalls Mauern und ein Gewölbe von derselben Höhe und Form, mit denselben Materialien, aber auf französische Art. Hierauf wurden beide Gewölbe stark belastet, und das italienische stürzte ein. Die bestürzten Muratori entschuldigten sich damit, daß sie vorgaben die Qualität der Materialien nicht zu kennen; es läßt sich aber leicht denken, mit welchem Gelächter von Seiten der Franzosen darauf geantwortet wurde.

Colbert lachte nicht; dieser Anfang schien ihm nichts Gutes zu versprechen. Man lag ihm beständig in den Ohren sich vor diesem Italiener zu hüten. Auch der König verlor etwas von seinem Zutrauen und verbarg dieses nicht. Jetzt glaubte Charles Perrault den passenden Zeitpunkt zur Demaskirung seiner Batterien erreicht zu haben. Er schrieb einen Aufsatz über Bernini's Projekt und ließ es an Colbert gelangen, der damals bei dem König in Saint-Germain war. In diesem Aufsatz begnügte er sich nicht damit, alle architektonischen Fehler, die er hatte auffinden können, zu enthüllen, sondern beleuchtete auch, seinen Leser wohl kennend, die Unschicklichkeiten der inneren Eintheilung, den Mangel an Bequemlichkeiten, wie sie für den Dienst des Königs nothwendig waren; Kleinigkeiten, wie er sagte, die ein so großer Architekt ohne Zweifel unter seiner Würde fand. Das erste Mal, als er den Minister nach Ueberreichung seines Aufsatzes wieder sah, redete er ihn voll Besorgniß an und bat ihn, ihm zu sagen, ob er mit der Freiheit, die er sich genommen, eine Unklugheit begangen habe. Sie haben ganz wohl gethan, sagte Colbert, fahren sie nur fort; man kann sich über einen Gegenstand von dieser Wichtigkeit nicht genug belehren. Ich begreife nicht, wie uns dieser Mann eine Zeichnung mit so vielen Mängeln geben konnte. Von diesem Augenblick an fügt Perrault hinzu, sah Colbert wohl ein, daß er übel berathen war; indessen mußte er die Wette halten.

In der That, sollte man einen Mann von diesem Ruf, den man mit so viel Aufsehen nach Paris berufen, wieder nach Hause schicken, ehe er etwas gethan hatte? Der Tag zum Legen des ersten Steins wurde anberaumt.

Digitized by Google

Da der neue Plan mit dem Levau's nichts gemein hatte, ſo mußten die ein Jahr zuvor errichteten Fundamente wieder niedergeriſſen und neue Ausgrabungen vollführt werden. Am 17. Oktober 1665 kam der König mit großem Ceremoniell, nahm die Kelle aus der Hand Colbert's, dem ſie Bernini dargereicht hatte, und legte den Grundſtein zu einem Bau, der wie der frühere nicht über den Boden hinauskommen ſollte.

Gleichwohl wurde eifrig angefangen zu arbeiten. Nach Verlauf eines Monats waren die Fundamente der ganzen Ausdehnung nach gelegt; aber der Künſtler war mit ſeiner Geduld zu Ende. Von Colbert geneckt, der auf Perrault's Anſtiften unaufhörlich bald eine Vergrößerung irgend eines Saales der Appartements des Königs, bald neue Zimmer oder Veränderung der angenommenen Eintheilung verlangte, von Perrault, der ſeinen Titel als erſter Commis der Intendanz dazu benutzte, um perſönlich die Arbeiten der Zeichner zu kontroliren, bis in ſein eigenes Arbeitszimmer verfolgt, konnte er ſeinen Aerger nicht länger bemeiſtern und erklärte Herrn von Chantelou, er habe genug; man behandle ihn wie ein kleines Kind; dieſe Leute gäben ſich das Anſehen als verſtünden ſie etwas, und in der That verſtünden ſie doch gar nichts, und er werde weggehen. Durch Herrn von Chantelou's Bitten ließ er ſich anfangs beſänftigen; als aber gegen das Ende des November die erſte Kälte eintrat, wurde er dadurch wenigſtens eben ſo erſchreckt wie durch die gegen ihn geſponnenen Intriguen, und er verlangte offen ſeinen Abſchied. Colbert drückte ſein Bedauern aus und fügte einige Bitten hinzu; zugleich aber eilte er, wie wenn er gefürchtet hätte, Bernini möchte ſeinen Entſchluß ändern, nach Saint-Germain und erbeilt die Zuſtimmung des Königs. Ludwig XIV wollte ſeinem Gaſt einen glänzenden Abſchied geben. Er ſchickte ihm am Tage vor ſeiner Abreiſe drei Tauſend Louisdor mit einer Verſchreibung von 12000 Livres jährlicher Penſion und einer andern von 1200 Livres für ſeinen Sohn. Perrault, der den Auftrag erhielt, ihm ſelbſt in drei Säcken dieſe 3000 Louisdor zu überbringen, war darüber beinahe eben ſo erfreut, als wenn er ſie ſelbſt erhalten hätte.

Bernini kehrte nach Rom zurück, mit der Befriedigung aus dieſer ſchlimmen Angelegenheit ſich ſo wohl herausgewickelt zu haben, und mit dem Verſprechen des Königs, daß von ſeinem Projekt nicht abgegangen werden ſolle. Sein Lieblingsſchüler, Matteo Roſſi, blieb in Paris zurück mit dem Auftrag den begonnenen Bau fortzuſetzen. Dies lag aber nicht in Perrault's Berechnung. Colbert ſeinerſeits war froh mit dieſen italieniſchen Phantaſien, die ſeinen methodiſchen Geiſt ermüdeten, nichts mehr zu thun zu haben. Das Verſprechen des Königs aber erlaubte nicht Matteo fortzuſchicken. Um alle Skrupel zu beſeitigen, verfaßte Perrault einen neuen Aufſatz, deſſen Sprache er ſelbſt ſehr entſchieden und überzeugend nennt. Er hat den Miniſter wohl zu bedenken, daß das Verſprechen des Königs nur ein bedingungsweiſes ſei, daß man Bernini ſtets geſagt habe, er müſſe den alten Louvre reſpektiren, vollenden, aber nichts daran zerſtören; daß ihm der König ſelbſt ſeinen Willen kund gegeben habe, nichts von dem umzuſtürzen, was ſeine Vorfahren aufgebaut hätten. Ferner heißt es in dem Aufſatz, der Cavaliere ſcheine ſich zwar in ſeinen erſten Skizzen dem Willen des Königs haben unterwerfen zu wollen, ſeine ſchließlichen Projekte aber, die er während ſeines Aufenthaltes zu Paris vollendet habe, ließen von dem alten Louvre nichts übrig, indem es behufs der Ausführung dieſer Pläne nothwendig wäre, einerſeits die Kuppeln in der Mitte der Faßaden abzutragen, anderſeits vor den vier Seiten des Hofes ungeheure Portiken zu bauen; eine ſolche Maskirung der Faßaden Heinrich II und Ludwig XIII, die Entfernung ihrer Säulen, Simſe und aller Ornamente, ihre Umwandlung in Scheidemauern, ſei in Wahrheit nichts anderes als eine Zerſtörung derſelben, gerade wie ein Gemälde vernichtet würde, wenn ſeine Leinwand einer neuen Malerei zum Grunde dienen müſſe; da ſomit der Cavaliere dem Könige keinen Gehorſam geleiſtet habe, ſei dieſer auch in nichts verpflichtet.

Dies Argument ſchien entſcheidend. Wegen des eingetretenen Winters war an der Vollendung der Fundamente nicht gearbeitet worden; man zögerte einige Zeit; als der Frühling gekommen war, verlangte Matteo ſelbſt, deſſen guten Willen Perrault auf irgend eine nicht näher bekannte Weiſe gewonnen hatte, nach Italien zurückzukehren; er wurde gut gezahlt und ließ das Projekt ſeines Meiſters zurück, welches nunmehr verlaſſen wurde.

Der Plan, den Perrault bekämpfte, zerſtörte zwar den alten Louvre; aber ſein Eifer hierin ſcheint am wenigſten gerechtfertigt, da das Projekt ſeines Bruders faſt dieſelben Folgen nach ſich zog wie der Plan Bernini's. Daß letzterer die Faßaden Lescot's wenig beach-

Digitized by Google

tete, daß er deren Reiz und Zartheit nicht fühlte, darf uns nicht in Erſtaunen ſetzen; er hatte ſeit ſeiner Kindheit nur in Michel Angelo gelebt; gewohnt die Schönheit nur in ihren kraftvollen Formen zu begreifen, und in dem feſten Glauben, daß die Majeſtät von der materiellen Größe unzertrennlich ſei, konnte er nicht anders als ſeine Principien auf die Faßaden ſeines Louvre anzuwenden, nämlich auf die öſtliche, die Uferfaßade, und namentlich die den Tuilerien gegenüber liegende Faßade. Hiernach wäre es eine Inkonſequenz geweſen im Innern dieſes Hofes jene kleinen übereinander liegenden Säulenordnungen beizubehalten, die wie ein Kinderſpielzeug ausgeſehen hätten; indem er ſie mit einer koloſſalen Säulenordnung maskirte, hatte er als kraftvoller Geiſt, wie er ſich in ſeinem ganzen Syſteme zeigte, nur einem Gefühle der Harmonie, einem gerechten Schauder vor aller Ungereimtheit und aller Inkonſequenz nachgegeben.

Zum Glück ließ man ihn nicht gewahren. Aber man begriff nicht, in welche Gefahr der Louvre dadurch gerieth, daß man ihn zum Probeſtück eines Architekturdilettanten hergab, eines Gelehrten, der ſich durch die Mathematik zur Kunſt emporgearbeitet hatte; ein unglücklicher Weg, der bald zur Trockenheit, bald zur unvernünftigen Verſchwendung führt. Indem man ihm den Eingang zu dem ganzen Palaſt preisgab, um ihn mit eben ſo großen Säulen zu bedecken, wie die des flüchtigen Italieners waren, mußte man da nicht vorausſehen, daß zwiſchen dem Aeußern und dem Innern nicht nur eine Verſchiedenheit des Stils, ſondern auch ein materielles Mißverhältniß beſtehen würde; daß dieſe inneren Faßaden, für die man ſo ſchöne Gefühle kund gab, in Folge der größeren Höhe der äußeren bald dazu verdammt werden würden, dieſelben entehrenden Veränderungen und Zuſätze zu erfahren, vor denen man ſie jetzt glücklich bewahrt hatte? Hätte man ſich nur von neuem in Berathungen und Konkurſe geſtürzt, hatte man gefragt, gehört und Zeit gewonnen! Ließ ſich denn von den Künſtlern vom Fach nichts erwarten? Wenn Levau nach allen dieſen Verdrießlichkeiten entmuthigt war, wenn es ihm für eine ſolche Aufgabe einigermaßen an Stil und Verdienſt gebrach, war denn Niemand da, der es hätte beſſer machen können? Beruhte das Projekt Jean Marot's, welches bei dem Konkurs kaum geprüft wurde, nicht auf einem intelligenten Princip? Konnte ſeine im Geiſte Lescot's aufgefaßte Faßade mit einigen geringen Veränderungen nicht ein ausgezeichnetes Frontiſpice des Louvre werden? Hatte man von dem alten François Manſard und von dem damals auftretenden François Blondel nichts zu erwarten? Und wenn ein allen dieſen überlegener Mann, ein ausdrucksvoller und reiner Geiſt, wenn Liberal Bruant zu dem Konkurs berufen worden wäre, wenn er jene Schüchternheit beſiegt hatte, die ihn allen dieſen Bewegungen ferne ſtehen ließ, wäre ihm keine Inſpiration gekommen, ihm, der bei der einzigen Gelegenheit, die ihm wurde, ein großes Monument allein auszuführen, das wahre Meiſterwerk ſeiner Zeit geliefert hat, nämlich den großen Hof der Invaliden, dieſes militäriſche Kloſter, deſſen Beſtimmung ſeinen männlichen Arkaden, ſeinen nüchternen Profilen ſo bewunderungswürdig aufgeprägt iſt? Aber alle dieſe Männer, namentlich Bruant, waren Repräſentanten des alten franzöſiſchen Geiſtes, und es ſtand geſchrieben, daß die Zukunft ihnen nicht mehr gehören ſollte. Was Perrault, abgeſehen von der Unterſtützung ſeines Bruders, ſeinen Triumph garantirte, war die Pracht, der verführeriſche Glanz, die Emphaſe ſeines Projektes. Der König fand hier theilweiſe die verſchwenderiſche Pracht wieder, die ihn bei den Projekten Bernini's entzückt hatte; er wollte der Welt zeigen, daß es nicht die Koſtſpieligkeit war, die ihn bewogen hatte jenen Architekten zu entlaſſen und ſeine Projekte aufzugeben. In der That, als Colbert einige Zeit nach Matteo's Abreiſe nach Saint-Germain kam, um zu fragen, nach welchem Plan der Bau der Fundamente wieder aufgenommen werden ſolle, ob der Plan Perrault's befolgt werden oder ob man wieder auf das anfangs gutgeheißene Projekt, nämlich das Levau's, zurückkommen ſolle, war der König nicht im geringſten Zweifel, wenn er auch dem Anſchein nach ſeinen Miniſter befragte. Die beiden Projekte lagen vor ihm. „Welches ziehen ſie vor?“ ſagte er. Entweder als geſchickter Höfling, der die Ehre der Wahl ſeinem Herrn überlaſſen wollte, oder ſeiner Natur als Finanzmann folgend, antwortete Colbert: „wenn ich die Macht hätte, würde ich dasjenige wählen, welches keine Galerie hat, da es minder koſtſpielig iſt.“ „Und ich“, ſagte der König, „wähle das andere, weil es majeſtätiſcher iſt.“

Ungeachtet dieſer feierlichen Erklärung war noch nichts entſchieden, und ſechs Monate verfloſſen, ohne

Digitized by Google

daß Colbert eine ſolche Arbeit einem Manne zu übertragen wagte, der noch nichts gebaut hatte. Was ihn namentlich irre machte, war die Behauptung der Fachmänner, daß dieſes Periſtyl nicht halten könne, daß es zu viel Tiefe habe, daß die Balken eines ſo großen Plafonds, die durch das Gewicht der von ihnen zu tragenden Kaſſetten überlaſtet wären, in kurzer Zeit die Säulen umgeſtürzt haben würden. Der Einwurf war ernſt; hierzu kam noch, daß ſich der Witz hineinmengte, indem man ſagte, die Architektur ſei ohne Zweifel ſehr krank, da man ihr einen Arzt geben wolle. Charles Perrault fühlte, daß man ſich vergleichen müſſe, um nicht alles zu verlieren. Er ſchrieb einen dritten Aufſatz, worin er dem Miniſter ein Mittel anbot, um ſich jeder Verantwortlichkeit zu entledigen: ſein Bruder nämlich ſollte unter die vormundſchaftliche Leitung eines Rathes geſtellt werden, der die Pläne revidiren, den Bau führen, und ohne deſſen Zuſtimmung nichts unternommen werden ſollte. Die größte Feinheit beſtand darin, daß er „aus Liebe zum Frieden“ verlangte, Levau ſolle an dieſem Rathe Theil nehmen. Alsdann, ſagte Perrault, wird alles in der natürlichen Ordnung vor ſich gehen; der Verfaſſer des Plans wird im Dunkeln bleiben, und wie es ſich gehört, wird wirklich der erſte Architekt des Königs mit dem Bau des Palaſtes ſeines Souverains betraut ſein. Er verlangte nur, daß Lebrun neben Levau Commitemitglied ſei, daß Colbert den Vorſitz führen, und er ſelbſt Secretairesdienſte verſehen dürfe.

Dieſes Ausbülfsmittel wurde angenommen, und von dem Tage an waren alle Hinderniſſe beſeitigt. Die ſeit dem Frühjahr 1666 unterbrochenen Arbeiten wurden am Ende des Jahres wieder aufgenommen. Zuerſt wurden Bernini's Fundamente zerſtört, wie Bernini die Levau's zerſtört hatte; dieſes Mal aber ſollte alles Ernſtes gebaut werden. Mit dem Anfang der Bauzeit des Jahres 1667 wurde eifrig gearbeitet, und nach Verlauf von drei Jahren, 1670, ſtand die Faßade ohne die Skulpturarbeit aufgebaut da. Auch der grobe Bau war noch nicht ganz vollendet, denn erſt im Jahre 1674 war der mittlere Fronton ganz fertig. Dieſen Verzug verurſachte eine Idee Perrault's, die ſich in den Kopf geſetzt hatte, für jedes der ſchrägen Simſe dieſes Frontons nur einen einzigen Stein zu verwenden; ein ganz unnützes Kraftſtück, welches aber ſeinem erfinderiſchen Geiſte gefiel. Er hatte in den Steinbrüchen von Meudon zwei ungeheure Steine von über 50 Fuß Länge hauen laſſen; eine unendliche Mühe wurde darauf verwendet, um ſie bis zum Bau zu ſchaffen; als man ſie aber aufziehen wollte, ſtellte ſich dies als unmöglich heraus. Nun wurde an einer ungeheueren, beſonders zu dieſem Zweck konſtruirten Maſchine mit bedeutenden Koſten zwei volle Jahre gearbeitet, und mit derſelben konnte Perrault endlich ſeinen Zweck erreichen; die Steine wurden aufgeſtellt, ſpeangen aber alsbald in Folge des ſtarken Froſtes. Es wäre weit einfacher geweſen ſie in zwei Stücken hinaufzuziehen.

Dieſer Fehler war weder der einzige noch der größte, den man Perrault begehen ließ. Es hätte nie dürfen geduldet werden, daß er dem ſeinem Projekte anhängenden Mangel an Feſtigkeit durch Eiſenſtangen abhalf; Eiſenſtangen, Zugbänder, Klammern ſind Mittel, deren man ſich bei einem alten Gebäude bedienen darf, um ſo gut wie möglich die auseinanderfallenden Theile zu verbinden; ſolche Mittel aber, bei einem neuen Bau gleich vom Anfang an ein derartiges Verhältniß zwiſchen Stein und Eiſen herzuſtellen, heißt die Feſtigkeit eines Monuments untergraben und ſeinen Ruin auf ſicherem Wege herbeiführen. Man mag das Eiſen noch ſo tief einfügen, noch ſo viel Anſtrich und Theer dabei anwenden, der Roſt dringt überall durch; es oxydirt, zerſplittert den Stein und macht ſich allmählig los; bald weicht alles, und das Ganze ſtürzt zuſammen. Die Kolonnade iſt ſchon auf dieſem Punkte angelangt. Vor noch nicht ſechs Jahren hat ſich in dem Simſ eine Lücke gebildet, und ein Stück deſſelben hat ſich abgelöſt. Mit der Zeit wird dies in noch vermehrtem Maße vorkommen, und Gott weiß, ob ſich in einem Jahrhundert ſelbſt durch Silber und Gold dieſer glänzende Bau aufrecht erhalten laſſen wird.

Levau hatte in dem Rathe die eiſernen Armatueen heftig angegriffen, und Lebrun, dieſe Geerchtigkeit muß man ihm widerfahren laſſen, war ſeiner Meinung beigetreten. Als aber nun die Perrault's Stand hielten und der Rath ſich in zwei Parteien ſpaltete, war es an Colbert dieſe techniſche Frage allein zu entſcheiden. Um ſeine Unruhe zu beſchwichtigen, ließ Peeeault ein kleines Modell mit kleinen Steinen und eiſernen Zugbändeen ganz nach dem Muſter des großen Baues anfertigen. An dieſer Miniaturfaßade bewies man dem

Digitized by Google

Miniſter, daß das Eiſen nichts zu tragen, ſondern nur den Druck der Architrave zurückzuhalten habe. Dieſer Beweis ſchien Colbert hinreichend, und die Armaturen hatten ihre Geltung. Hätte man ſie verboten, ſo war das Projekt unmöglich; und was hätte alsdann der König geſagt?

Dieſe Frage war die einzige, die in Bezug auf die Feſtigkeit ernſtlich erwogen wurde; gleichwohl gab es noch viele andere eben ſo ernſtliche. So iſt z. B. nicht zu begreifen, daß man Perrault nicht vorhielt, der Louvre ſei 476 Fuß lang, ſeine Faßade aber habe 548 Fuß, es ſeien mithin 72 oder an jedem Ende 36 Fuß zu viel; was würde alſo die Folge ſein, wenn er ſo baute? Seine Faßade würde über die Seitenflügel hinausragen, und um dieſes Mißverhältniß auszugleichen, müſſe er ſeitlich zwei neue Faßaden von 36 Fuß vor den beſtehenden erbauen; nun aber habe er ſelbſt zu Bernini geſagt, man müſſe den alten Louvre reſpektiren; er ſolle dies beherzigen und ſein Projekt umarbeiten. Es iſt ſchwer zu glauben, daß Levau dieſe Bemerkung nicht gemacht haben ſollte, denn wie ſellte er nicht geſehen haben, daß es ſich um nichts anderes handelte als ſeine ganze ſüdliche Faßade, ſein Lieblingswerk, lebendig zu begraben. An der Seite des Oratoriums, wo noch keine Straße durchgebrochen war und keine Paſſage beſtand, konnte man allenfalls, wie dies die Folge bewies, ſo viel Reſignazion aufwenden, um trotz aller Unſymmetrie das ſonderbare und unerklärliche Vorſpringen der Faßade Perrault's nicht zu verſtecken; an der den Blicken von ganz Paris ausgeſetzten Flußſeite aber war eine ſolche Anomalie nicht zu dulden. Levau war alſo ganz überzeugt, daß es um ſeine Faßade geſchehen war, wenn es ihm nicht gelang die des Perrault abzukürzen. Er mußte folglich eine Vertheidigung ſeiner Faßade verſuchen; er reüſſirte aber nicht, ſei es nun daß ihn Lebrun dieſes Mal nicht unterſtützte, oder daß die Ungeduld des Königs oder die Lauheit Colbert's die Debatte abſchnitt.

Ernſtlich, wir möchten beinahe ſagen auf kleinliche Weiſe, beſchäftigten ſich der Rath und Colbert nur mit Details. So hatte Perrault in ſeinem Unterbau keine Oeffnung anbringen wollen, und da einmal ſein Syſtem der Ornamentirung angenommen war, hatte er gewiß auch ganz recht. Er wollte die Monotonie dieſer langen Mauer nur durch große Treppäen in Hautrelief unter jedem Säulenpaar unterbrochen wiſſen. Nun aber verlangte man Fenſter, und zwar ſollten dieſe Fenſter, um die neue Faßade mit den ſchon beſtehenden Theilen des Louvre in Verhältniß zu bringen, die Dimenſionen und die Rundung derjenigen haben, die an dem Bau Lescot's beſtanden. Hierin lag ein ſehr übel angebrachter Reſpekt; denn dieſe Oeffnungen ſchwächen den Unterbau ohne ihn zu bereichern, und nichts konnte ſich ſchlechter vereinigen laſſen, als der weite offene Stil der Kolonnade und das enge Simswerk Lescot's. Endlich hatte Perrault auch noch einen beſonderen Grund unter ſeinem Periſtyl keine Fenſter anzubringen; man befahl ihm wirklich ſolche anzubringen, da ſie aber denen der Faßaden des Hofes nicht entſprachen, ſo mußte man ſie alsbald wieder vermauern und ſie durch Niſchen und Statuen erſetzen. Dieſer Mangel an Harmonie wäre nicht ſo auffallend geweſen, wenn eine doppelte Reihe von Gemächern beſtanden hätte; zum Unglück aber war dies nicht der Fall, und in dieſen großen durch keine Scheidewand getrennten Sälen wären zwei Reihen von einander nicht gegenüber liegenden Fenſtern von abſcheulicher Wirkung geweſen. Ueber ein Jahrhundert zugemauert, wurden dieſe Fenſter der Kolonnade vor 50 Jahren von neuem durchgebrochen, aber nur als falſche, nicht zum Erhellen beſtimmte Oeffnungen. Perrault hatte, wie man ſieht, nur eins vergeſſen, daß nämlich auf der Hoffeite die Lage der Fenſter durch Lescot's Ornamente unabänderlich beſtimmt war. Es ſcheint hieraus hervorzugehen, wenn ein ſolcher Beweis noch nothwendig wäre, daß ſein Projekt nicht als ein ernſtliches architektoniſches Werk aufgefaßt und ſtudirt war, ſondern nur als eine Zeichnung, beſtimmt auf den erſten Blick zu gefallen und in einem Konkurs zu glänzen. Daher ſo viele Fehler und Lücken, die erſt von der Praxis entdüllt wurden. Gleichwohl zeigt dieſe brillante Auffaſſung in ihrer ſteinernen Bearbeitung dieſelben Haupteigenſchaften, durch die ſie ſich auf dem Papier auszeichnete; ſie blendet, erregt unſer Staunen und verführt unſer Auge; aber ihr anfangs ſo ungeheurer Ruhm, der ein Jahrhundert überdauerte, verſchwindet jetzt allmählig in dem Maße als die Reflexion die Fehler dieſes architektoniſchen Prunkwerkes aufdeckt.

In Folge der Kombinazionen Perrault's und eines gewiſſen myſteriöſen Dunkels, welches er für klug hielt zu bewahren, ferner bei der häufigen Anweſenheit Levau's auf den Bauplätzen wußten das Publikum und ſogar einige damals lebende Schriftſteller nicht genau,

Digitized by Google

wer eigentlich der wahre Erbauer war, so daß Boileau glauben und mit vollster Ueberzeugung versichern konnte, daß sich sein Gegner mit Pfauenfedern schmückte. Bald aber kam die Wahrheit an's Licht, und Claude Perrault, der damals in einen Alter von ungefähr 57 Jahren als Physiker in die Akademie der Wissenschaften aufgenommen worden war, nahm mit erhöhtem Glanz einen der ersten Plätze unter den Künstlern seiner Zeit ein. Ohne die Wissenschaften zu verlassen, widmete er sich von dieser Zeit an fast ganz der Architektur. Colbert übertrug ihm den Bau des Observatoriums, eines geschickt gebauten, aber plumpen und bizarren Werkes. Nach dem Observatorium unternahm Perrault ein Monument zum Ruhme Ludwig XIV., einen großen Triumphbogen nämlich, der den Eingang zur Vorstadt Saint-Antoine schmücken sollte. Die Fundamente desselben wurden zwar gelegt, der weitere Bau aber so lässig betrieben, daß man ihn bald ganz aufgab.

Dies war das Leben des Künstlers Perrault. Das Jahr, als die Kolonnade vollendet wurde, 1670, war das Todesjahr Levau's, der weniger durch das Alter als durch den Kummer und den Verdruß geschwächt war, der ihm in seiner Architektenlaufbahn fortwährend entgegen trat. Man sollte glauben, daß Perrault sein Nachfolger geworden wäre; trotz Colbert's Gunst aber wurde er bei der Wahl übergangen. Der Titel des ersten Architekten des Königs fiel einem jungen Manne von 23 Jahren zu, der bis dahin kein anderes Verdienst hatte als den berühmten Namen seines Onkels. Geistreich, gewandt, kühn, durch seine Talente zu großen Hoffnungen berechtigend und ein Freund Lebrun's, erhielt Jules Hardouin Mansart diese ungeheure Gunstbezeugung, die der Anfang eines noch bei weitem glänzenderen Glückes war.

Perrault dachte zu jener Zeit nur an seinen Louvre; unglücklicher Weise dachte der König nicht mehr daran. Versailles hatte seit zwei Jahren den Louvre aus seinem Gedächtniß verdrängt. Anfangs wollte er nur das kleine Jagdschloß seines Vaters umbauen und vergrößern, und als Entschädigung für sein neuerliches Mißgeschick sollte Levau damit betraut werden. Es war dies Levau's letzte Arbeit. In den Jahren 1669 und 1670 gewannen unter seiner Leitung die Arbeiten von Versailles eine ungemeine Bedeutung, und die Kosten begannen bereits die für den Louvre bis dahin ausgegebene Summe zu erreichen oder sogar noch um 3 oder 400000 Livres zu überschreiten; als aber der junge Mansart die Leitung der Arbeiten unternahm, gewann bald alles ein anderes Ansehen. Der Eifer des Königs entzündete sich an dem seines gefälligen und geschickten Dieners, und schon im ersten Jahre stiegen die Kosten des Mauerwerks, die im Jahre 1669 in Versailles nicht über 1200000 Livres, und im Jahre 1670 nicht ganz 2000000 betragen hatten, plötzlich auf 3400000 Livres, während sie beim Louvre unter eine Million herabfielen, im folgenden Jahre auf 213000 Liv. sanken und vom Jahre 1672 an auf eine unbedeutende Summe von ungefähr 58000 Livres reduciert wurden.

Colbert seufzte, runzelte seine schwarzen Augenbrauen und wagte einige kühne Vorstellungen, aber vergebens. Er hatte auf den Ruhm gerechnet den Louvre zu vollenden, mußte aber darauf Verzicht leisten. Bis zum Jahre 1680 sieht man das Wort Louvre noch in den Rechnungen des Königs figuriren, aber mit Summen, die kaum zur Erhaltung dessen hinreichten, was gebaut war, mit denen sich aber kein neuer Bau fortführen ließ. Nach dieser Zeit ist nicht einmal von Unterhaltungskosten mehr die Rede; Versailles absorbirt alles. Bezüglich der Geschichte des Louvre war also die Regierungszeit Ludwig XIV. im Jahre 1680, 35 Jahre vor seinem Tode, zu Ende.

Perrault überlebte die Ungnade seines Monumentes um 8 Jahre; aber bis an seinen letzten Tag verfaßte er Pläne zur Vollendung des Louvre. Ein Theil seiner Zeichnungen, der von seinem Bruder gesammelt worden war, ist bis auf uns gekommen und wird in der Bibliothek des Louvre aufbewahrt. Hier lernt man Perrault kennen; immer reich und glänzend in seinen Aufrissen, subtil und grillenhaft in seinen Grundrissen. Einzelne seiner Projekte, z. B. die große Kapelle, die er in der Mitte des Carrouselplatzes errichten wollte, die große Treppe vor dem Pavillon de l'Horloge nach den Tuilerien hin, sind kleine Meisterwerke der Malerei; das Ganze ist geschickt angelegt und von verführerischer Vollendung. Was würde aber in der Ausführung aus diesen Projekten werden? Was für Fehler in der Praxis und in der Theorie! Es sind Spiele der Einbildungskraft und der Berechnung, Kombinazionen, die nur auf den Effekt hinzielen; ernste solide Konzepzionen sind es durchaus nicht. Um die ganze Tragweite dieses Geistes kennen zu lernen, darf man nur einen Blick

Digitized by Google

auf den Plan werfen, der alle andern in ſich faßt, auf ſeinen Plan der Vereinigung des Louvre und der Tuilerien. Dies iſt die große Frage, das Problem, um deſſen Löſung es ſich heut zu Tage handelt. Die Löſung dieſer Frage durch Perrault, wir ſagen es offen, läßt uns nicht bedauern, daß ihm die Millionen, die nach Verſailles wanderten, nicht zu Gebote ſtanden.

Als wahrer Mathematiker legte er dem Mangel an Parallelismus beider Paläſte eine ungemeine Wichtigkeit bei; eine reine Kinderei, wie wir ſpäter ſehen werden. Um dieſen Fehler zu verbergen, quälte er ſeinen Geiſt, und kaum läßt ſich glauben, wohin ihn dieſer Abſcheu vor einem etwas zu ſpitzen Winkel führte. Er begnügt ſich nicht, wie ſo viele andere ſeither vorgeſchlagen haben, jenen weiten Raum in der Mitte zu ſcheiden und zwei Höfe anſtatt einen Hof anzulegen; er machte deren ſechzehn, ohne den großen Hof des Louvre zu rechnen. In einem zweiten Projekt kommt er ſogar auf neunzehn, ohne Zweifel aus Furcht zu ſparſam geweſen zu ſein. Dieſe neunzehn Höfe haben alle Geſtalten und Größen; man ſieht da Ovale, Achtecke, Vierecke, Trapeze, Parallelogramme, kurz alle geometriſchen Figuren. Da dieſe Höfe nun von Gebäuden eingefaßt waren und dieſe deren verſchiedene Formen annehmen mußten, ſo entſtand dadurch ein unentwirrbares Chaos von Winkeln, die allenthalben zuſammenſtoßen und ſich ſchneiden, von Konſtruktionen, die ſich gegenſeitig durchdringen, woraus eine ſolche Maſſe von einzelnen Gebäuden reſultirt, daß es in dieſem Enſemble eben ſo viel leere als volle Räume gäbe, wenn man ſich ſo ausdrücken darf. So weit kommt ein ſinnreicher Geiſt, eine lebhafte Einbildungskraft, ein vollendeter Zeichner, der mit 50 Jahren ſich auf die Kunſt verlegt, ohne einen anderen Führer als die Mathematik!

Wir wollen jetzt ſehen, wie dieſer nämliche Plan auf den erſten Blick und gleichſam inſtinktgemäß von einem Künſtler nicht nur von Profeſſion, ſondern auch von Geburt aufgefaßt wurde, von demſelben Bernini, der, was auch Charles Perrault von ihm ſagen mag, ein ganz anderer Mann war als des letzteren Bruder, ein Mann, zwar verdorben durch den ſchlechten Geſchmack ſeiner Zeit, aber ein überlegener Geiſt, ein Genie der Verfallzeit, aber wahrhaft ein Genie, wie die zahlloſen Monumente beweiſen, die er geſchaffen, und die trotz ihrer runden weichen Formen gleichwohl alle den Charakter wahrer Größe zeigen. Bernini betrieb die Architektur nicht, um die Gelegenheit zu haben Akanthusblätter zu zeichnen; er begriff ſeine Kunſt als Feldherr, er faßte mit einem Blick die großen Effekte der Maſſe und die Dispoſizionen des Terrains auf. So plump ſeine Hand war, um einen Aufriß zu ſkizziren, ſo ſicher und kühn war ſie, wenn ſie die Linien eines ganzen Planes entwarf. Seine Projekte der Faßaden, wir haben es bereits oben erwähnt, waren für den Louvre erdrückend; aber wie großartig war der Zugang zu dem Monument aufgefaßt. Vor das große Eingangsthor auf der öſtlichen Seite legte er einen ungeheuren bis zum Pont-Neuf offenen Platz, und auf demſelben waren um eine koloſſale Statue des Königs Baſſins, Springbrunnen und ein ganzes dekoratives Syſtem gruppirt, welches die Nähe eines Palaſtes verkündigte; als er ferner zwiſchen dem Louvre und den Tuilerien jene große bis zum Flußufer reichende Galerie Heinrich IV ſah, kam er auf den Gedanken dieſelbe auf der entgegengeſetzten Seite zu wiederholen und auf dieſe Weiſe nicht nur die Kommunikazion, ſondern auch die Verbindung beider Paläſte herzuſtellen. Dieſer Gedanke gehört ihm, wie Herr von Chantelou bezeugt; ſein Blick hatte dieſen Wald von Hauſern durchdrungen, die ſeit dem Anfang des Jahrhunderts zwiſchen die beiden Gebäude ſich eingeſchoben hatten; er demolirte ſie in Gedanken; nie aber hätte er dieſen einmal freien und geebneten Platz zur Unterhaltung in kleine Fächer abgetheilt.

„Es wäre ein Verbrechen, ſagte er, irgend einen Theil dieſes wunderbaren Platzes zu zerſtören, des größten, den die Welt kennen wird. Wenn was daſelbſt gebaut werden ſollte, ſo möchte ich das, was jetzt da iſt, eben ſo gerne ſehen als das, was Ihr dort erbauen wollt. Man müßte Europa durchwandern, um einen ähnlichen Platz zu finden, und dieſe Größe, die der Zufall gegeben hat, ſollte zerſtört werden? Warum? Um einen Verſtoß gegen den Parallelismus zu verbergen! Weiß man denn, ob ein ſolcher Verſtoß exiſtirt, wenn einmal die Hauſer niedergeriſſen ſind? Nur die Vögel könnten ihn bemerken."

Hiervon überzeugte ihn nur eine einfache geniale Konjektur vor jetzt bald zwei Jahrhunderten; was würde er heute dazu ſagen?

VII. Der Louvre von Ludwig XIV. bis auf unſere Zeit.

Wir haben geſehen, daß von 1680 an bis zum Tode Ludwig XIV der Louvre gänzlich in Vergeſſenheit

Digitized by Google

gerathen war. Nicht glücklicher war er unter Ludwig XV, wenigſtens in den erſten zwei Drittheilen ſeiner Regierung. Es erinnert hier ein Zeitraum von 75 Jahren an die böſe Zeit des feudalen Louvre von dem Tode Karl V bis zu Franz I. In dieſen beiden Zeiträumen erhielt ſich das Monument nur durch ſein Gewicht, ſeine Maſſe aufrecht; von Tag zu Tag verlor es an Anſehen, ohne daß ſich irgend Jemand darum kümmerte.

Um die Folgen dieſer langen Vernachläſſigung zu würdigen, wollen wir zuerſt betrachten, in welchem Zuſtande Perrault den Louvre gelaſſen hatte. Die Kolonnade war gebaut und vollſtändig ſkulptirt, die Gemächer aber, vor denen ſie lag, war auf der Hofſeite noch nicht vollendet. Die beiden erſten Stockwerke, eine reine und einfache Wiederholung ihres Vis-à-vis, waren raſch aufgeführt worden; nicht ſo ſtand es aber um das oberſte Stockwerk. Hier ließ ſich wegen der Kolonnade nichts mehr kopiren. Bei einer Wiederholung der Attike Lescot's und des ſie krönenden Daches hätte man riskirt, daß man bei der Betrachtung von der anderen Seite des Hofes aus über dem Dach die Rückſeite des Geländers der Kolonnade bemerkt hätte, was gewiß den ſonderbarſten Anblick gewährt haben würde. Es mußte alſo zum Erſatz der Attike nothwendig ein Stockwerk gebaut werden, und dieſes mußte hoch genug ſein, um ſo ziemlich das Niveau der Kolonnade zu erreichen; außerdem durfte dieſes neue Stockwerk von keinem ſichtbaren Dach überragt ſein und mußte wie die Kolonnade auf italieniſche Art mit einer Plateforme ſchließen.

Perrault erſann zahlreiche Kombinazionen, von denen eine um den ganzen Hof herum die großen Karyatiden Sarazin's wiederholte; dieſe Idee aber, von der er uns die Zeichnung aufbewahrt hat, war von einer erdrückenden Plumpheit. Er verzichtete daher auf dieſe in einer Linie ſtehenden 140 weiblichen Figuren, und nach mancherlei Verſuchen aller Art ergab er ſich ganz einfach darin, in Form einer Attike die Dekorazion des erſten Stockwerkes zu wiederholen, indem er zwei kompoſite Ordnungen von gleicher Geſtalt und Größe übereinanderſetzte; nur in einigen dem unbewaffneten Auge nicht erkennbaren Details unterſcheiden ſie ſich voneinander. Im Jahre 1680 machte ſich die verzweifelte Monotonie dieſer Dispoſizion bereits fühlbar, denn die dritte Reihe war beinahe der ganzen Länge nach auf dieſe Faſſade gebaut; ſie war aber weder ſkulptirt, noch gedeckt. Perrault hatte ſie rechtwinklig dis ungefähr zum dritten Theil des nördlichen Baues verlängert, und hier fehlte noch die Bedachung. Auf der Flußſeite hatte ſich die im Todesjahr Levau's begonnene Faſſade raſch erhoben; an dem Karnieß fehlten aber hier und da noch einzelne Steine; die Kapitäle der Pfeiler, das Simswerk der Fenſter mit Skulpturarbeit waren kaum aus dem Groben bearbeitet; man ſah hier nichts als eine große durchbrochene Fläche, durch ſteinerne Ketten hier und da an die Faſſade Levau's gefeſſelt. Was dieſe Faſſade betrifft, ſo war ſie unberührt geblieben, lag aber ganz verſteckt, und es läßt ſich kein ſonderbarerer Anblick denken als ihre große mittlere Kuppel und die ſpitzen Dächer der beiden Seitenpavillons, wie ſie über und hinter den neuen von Gerüſten bekleideten Bauten hervorragten. In der Hoffnung, daß die Arbeiten wieder aufgenommen würden, hatte man dieſen gejammerten Mantel lange Zeit ſtehen gelaſſen, als er aber endlich verfaulte, mußte er entfernt werden. Jetzt gab es kein Mittel mehr die Steine der neuen Faſſade zu reinigen und in Stand zu halten; Wind, Regen und Staub ließen einen ganzen Garten daſelbſt emporkeimen; bald grünten auch die Kolonnade und der nördliche Flügel, die ebenfalls ungedeckt geblieben waren. Das Ganze war ein unabſehbarer Blumen- und Raſenteppich, wie er Ruinen zu ſchmücken pflegt.

Hätte dieſes unglückſelige Monument wenigſtens nur dieſe Schmarotzervegetazion und die Unbilden des Wetters zum Feinde gehabt! Aber auch Menſchen fielen darüber her und mißhandelten es noch vielmehr. Zu Ludwig XIV Lebzeiten hielten ſich dieſe Anfälle noch innerhalb gewiſſer Grenzen. Man begnügte ſich damit, Wohnungen für einzelne Kronbeamte und Ateliers für begünſtigte und hervorragende Künſtler daſelbſt einzurichten. Auch mehreren gelehrten Geſellſchaften gewährte der König daſelbſt eine eben nicht anſtößige Gaſtfreundſchaft, wie der franzöſiſchen Akademie, der Akademie der Wiſſenſchaften und Inſchriften, der Maler- und Bildhauerakademie, endlich der Akademie der Architektur. Unter der Regentſchaft aber und während der 25 oder 30 folgenden Jahre gab es keinen Günſtling mehr, der ſich nicht das Recht anmaßte, im Louvre ein Atelier zu haben, keinen Hofbedienten, der nicht ſeine Familie daſelbſt einniſtete. Um die Wohnungen zu vermehren, mußten beinahe alle Säle durch einen Boden und durch zwei oder drei Scheidewände getrennt werden; in der Mauerdicke mußten Treppen und Kamine angelegt wer-

Digitized by Google

den. Allenthalben, in allen Stockwerken ſah man Schornſteine rauchen. Der Louvre war ein großes Gaſthaus, wo jeder nach Belieben ſich einrichtete und arbeitete. Auch diejenigen, die Pferde hatten, fanden Mittel ſie unterzubringen. Das Veſtibule, welches gegen die Straße du Coq zu lag, diente als Remiſe für fünf Wagen und als Stall für vierzehn Pferde. Der Herzog von Nevers hatte in einem der Säle, in welchem heut zu Tage die Skulpturen der Renaiſſance aufbewahrt werden, einen kleinen Stall; Herr von Champlot und Herr von Teſſé hatten ihre Carroſſen und Pferde in dem großen Saal der Abdrücke einlogirt. Dies war aber noch nicht alles. Um dieſe Herabwürdigung im Innern noch zu unterſtützen, hatte man an den äußeren Faßaden und namentlich an dem Unterbau der Kolonnade ſein Beſtes gethan, um das Monument von ſeinem Grunde aus zu zerſtören. In das Hotel Longueville, welches wie oben erwähnt nur zum Theil niedergeriſſen worden war, hatte man die Poſt und die königlichen Relais verlegt; die Krippen der Pferde lagen an der Wand der Kolonnade, und die Balken des darüber liegenden Schuppens waren in dieſe Wand eingefügt. Gleich daneben lagen die Ställe der Königin, und auf den Ruinen des Palaſtes Petit-Bourbon erhoben ſich kleine hölzerne Hütten, die jeden Augenblick in Flammen gerathen und die Steine in der Nähe kalciniren konnten. In dem innern Hofe des Louvre ſelbſt endlich war eine gewiſſe Anzahl Hütten ſtehen geblieben, die zur Zeit des Baues errichtet worden waren und zum Schutze der Materialien, ſo wie zur Wohnung der Arbeiter gedient hatten; wie alles übrige mußten auch ſie herhalten, und zwölf oder fünfzehn Haushaltungen machten es ſich darin bequem. Der Louvre war eine kleine Stadt, eine Kolonie, wie die Arenen von Nimes und Arles. Einmal geduldet, ſetzten ſich die Beſitzer von Tag zu Tag feſter, und Jeder ſicherte und vergrößerte ſeine Wohnung; im Jahre 1750 reſtaurirten ſogar einige dieſer Einwohner die vor Alter einſtürzenden Theile dieſes Gemäuers mit guten und ſchönen Steinen.

Dieſe Unverſchämtheit erregte allgemeines Murren. Obwohl von den Königen ſo lange verlaſſen, war der Louvre in den Augen der Pariſer doch immer eine königliche Reſidenz. Hier und da wurden Stimmen laut. Die Zeitungen führten Beſchwerden, erließen zahlreiche beißende und erbitterte Artikel und forderten die Regierung auf dieſer Unordnung ein Ziel zu ſetzen. Einer dieſer Artikel beſchwor den Schatten Colbert's und legte dem großen Miniſter Wahrheiten und Vorwürfe in den Mund, die bis zum König gelangten. Inmitten dieſer Bewegung wurde Herr von Marigny Oberintendant der Bauten; er machte ſich muthig daran die Mäkler aus dem Tempel zu verjagen. Nach Verlauf eines Jahres gab der König ſeinen Bitten nach und ertheilte ihm die Vollmacht, die Reſtauration und Vollendung des Louvre zu unternehmen. Am 16. Februar 1755 wurden unter dem Beifallsgeſchrei des Publikums die Arbeiten begonnen.

Von den zwei Problemen, welche die Vollendung des Louvre umfaßte, war eines die Vereinigung beider Paläſte, welche aber Herr von Marigny nicht einmal in Angriff zu nehmen trachtete. Sein ganzer Ehrgeiz war das Monument ſelbſt, d. h. die vier Seiten des Vierecks wieder dahin zu bringen, wo ſie Colbert gelaſſen hatte, und ſie wo möglich zu vollenden.

Gabriel, der durch ſeine Faßaden des Platzes Ludwig XV in ſeiner Kunſt damals einen Rang einnahm, den ihm ſpäter nur Soufflot ſtreitig machen ſollte, wurde mit der Leitung der Arbeiten beauftragt. Zuerſt reſtaurirte er die Kolonnade Perrault's, die arg verwüſtet war. Die eiſernen Armaturen hatten ihre Wirkung gethan; beinahe alle Steine des Plafonds, die geſprungen waren, mußten erneuert werden. Gabriel beeilte ſich ferner, der neuen Uferfaßade zu helfen; er befeſtigte ſie und verband ſie mit den Wänden der alten Faßade, indem er Balken und Fußböden in den zwei Stockwerken anbrachte; er hatte aber keine Zeit mehr ſie zu ſkulptiren, Fenſter anzubringen und ein Dach aufzuſetzen, denn Herrn von Marigny's guter Wille war bald gelähmt, die Zerrüttung der Finanzen und die Hofintriguen ſchloſſen ihm die Staatskaſſen. Gleichwohl hatte Gabriel während der wenigen Jahre, die ſeine Miſſion dauerte, eine andere Arbeit gethan; er hatte die dritte Säulenreihe, die ſich an Perrault's Kolonnade lehnte, reſtaurirt, aber nicht gebaut, wie ſo oft geſagt und gedruckt wurde. Dieſe dritte Reihe iſt, wir wiederholen es, Perrault's Werk ſelbſt. Blondel, der im Jahre 1775 den vierten Band ſeines Werkes erſcheinen ließ, als Gabriel Hand an das Werk legte, ſagt uns, in welchem Zuſtande ſich dieſe dritte Säulenreihe befand und wie die meiſten Steine aus Mangel an Bedachung verwittert waren; er erzählt ferner, daß man ſie behufs der gänzlichen Wiederherſtellung bis

Digitized by Google

zu ungefähr zwei Drittein ihrer Höhe abtragen mußte, und ſpricht den Wunſch aus, ſie möchte durch Lescot's Attike erſetzt werden können, ein Wunſch, der zu jener Zeit und bei einem Manne, der durchaus kein Anbeter des Stils der Renaiſſance war, ſehr bemerkenswerth iſt. Zu einer Wahl gedrängt, empörten die beiden gleichen übereinander liegenden Ordnungen seinen richtigen Sinn noch mehr als die ſichtbaren Dächer Lescot's ſeine Vorurtheile beleidigten.

Gabriel dachte weniger erhaben und begnügte ſich mit großen Koſten das Werk Perrault's wieder herzuſtellen; nur die Skulpturarbeiten, die bis zu der Zeit erſt noch ſkizzirt waren, wurden durch ihn vollendet; was ſich aber kaum glauben und nur durch eine beinahe plötzliche Unterbrechung der Arbeiten erklären läßt, iſt, daß er wie Perrault im Jahre 1680, ſei es nun durch Bleiplatten oder durch irgend ein anderes Mittel, ſein Werk zu ſichern und zu erhalten vergaß. Das neue Mauerwerk blieb ohne Bedachung wie das frühere.

Dies war das Reſultat jener großen, ſo pomphaft angekündigten Reſtaurazion, der einzigen, die im ganzen Verlaufe des 18. Jahrh. unternommen wurde, denn von einem noch mehr ephemeren Verſuch, den Herr von Angiviliers, Marigny's Nachfolger, in den erſten Jahren der Regierung Ludwig XVI unternahm, und der Souffiot die Gelegenheit gab, noch weniger als Gabriel zu thun, läßt ſich gar nichts ſagen. Alles, was man, um den Louvre wieder zu Ehren zu bringen, mit dem Aufwand von einigen Millionen gewonnen hatte, war eine Wiederherſtellung in den Stand, in welchem ihn Colbert gelaſſen hatte, ohne daß man den Angriffen des Wetters einen beſſern Schutz entgegengeſetzt hätte.

Um aber gerecht zu ſein, müſſen wir erwähnen, daß ſich Herr von Marigny noch durch etwas anderes verdient gemacht hatte; ihm gebührt nämlich das Verdienſt, einen freien Eingang zu dem Monumente geſchaffen zu haben. Die Barracken an dem Unterbau der Kolonnade, die Schuppen der Poſtpferde, die Ställe der Pferde der Königin, die dem Fluß zunächſt liegenden Hütten wurden ſämmtlich zerſtört, und im Hofe hatte man unerbittlich alles Gemäuer weggeräumt. Dazu hatte viel Kraft und Feſtigkeit gehört. Etwas anderes aber war es, als man ſich nicht nur der Bevölkerung der Schuppen, ſondern auch der Bewohner des inneren Palaſtes ſelbſt entledigen wollte. Der Widerſtand war lebhaft und bildete wahrſcheinlich einen Theil der Hinderniſſe, in Folge deren die Arbeiten ſuspendirt wurden. Es gab da große Herren, die man aus ihrer Wohnung nicht hinauswerfen konnte, Künſtler, die nicht weichen wollten, und unmöglich war es z. B. Vanloo aus der Apollogalerie hinauszubringen, wo er ſein Atelier und ſogar ſeine Wohnung aufgeſchlagen hatte.

Der Augenblick war nahe, wo der Louvre plötzlich öde und verlaſſen ſein ſollte. Im Jahre 1792, nach dem Falle des Königthums, wurden alle Diejenigen, welche unter irgend einem Titel den Palaſt bewohnten, hinausgeworfen. Bald aber gab der Convent durch ſein Dekret, welches den Louvre für das Studium der ſchönen Künſte beſtimmte, Anlaß zu einer neuen Invaſion, die noch heftiger und gefährlicher für das Monument war als die vom Jahre 1715. Die Wände, die Entreſols, die Treppen, die Kamine, die Marigny mit ſo großer Mühe zerſtört hatte, waren in einem Augenblick wieder hergeſtellt. Jeder, der etwas Bürgerſinn aufzuweiſen hatte oder einen Bleiſtift führen konnte, ſuchte ſich eine Wohnſtätte aus und logirte ſich mit Weib und Kind gutwillig oder mit Gewalt ein. Die Schüler folgten den Lehrern und machten es ſich ebenfalls bequem. In dem ganzen Haufen gab es einzelne große Talente, aber die herrſchende égalité brachte einen Schwarm von brutalen Ignoranten herein, für die der Louvre eine gute Beute war. Es leben noch Zeugen dieſer Saturnalien; ſie erzählen uns, wie die Jugend mit dem unglücklichen Louvre umging; allenthalben nichts als Zerſtörung, Verfall und Trümmer. Nie war der Anblick des Monumentes ſo kläglich und troſtlos.

Zum Glück erſchien ein Mann, der mit einer Handbewegung im Louvre wie in ganz Frankreich Ordnung ſchaffte. Die erſten Erlaſſe des Konſulats vergaßen nicht den alten Königspalaſt. Um die Marodeurs zu verjagen, boten ſich zwei Gelegenheiten dar: die Wiedereinſetzung der gelehrten Geſellſchaften, denen alsbald einige große ausgeleerte Säle überlaſſen wurden, und die öffentliche Ausſtellung der Schätze der Malerei und Skulptur, die in den Siegen in Italien erbeutet worden waren. Um dieſe Meiſterwerke nach Verdienſt aufzuſtellen, wählte man die alten Gemächer Anna's von Oeſterreich im Erdgeſchoß und den großen Saal, ſo wie einen Theil der großen Galerie im erſten Stock. Ein Mann, der ſeine Miſſion kaum überleben ſollte, Raimond, wurde mit der Reſtaurazion aller dieſer Säle beauftragt. Die

Digitized by Google

Künſtler, welche den Louvre verlaſſen mußten, wenigſtens diejenigen, deren Uſurpazion durch ihr Talent gerechtfertigt war, wurden in der Sorbonne oder in anderen öffentlichen Gebäuden einquartirt. Eine gute Anzahl blieb freilich noch theils hinter der Kolonnade, theils im nördlichen Flügel übrig und erſt im Jahre 1803 wurde das ganze Gebäude faſt ganz frei.

Zu jener Zeit beſchloß der erſte Konſul, ſchon faſt Kaiſer, ſich des Louvre zu bemächtigen, nicht allein, um ihn frei zu machen, ſondern um ihn zu vollenden, zu dekoriren und zu vergrößern, wie Franz I, Heinrich IV und Ludwig XIV. Dieſe Unternehmung behagte ſeinem Geſchmack und ſeinem Syſtem. Er liebte das Großartige, und in ſeinem wunderbaren Inſtinkt begriff er, daß es eine wahrhaft königliche und zugleich populäre Arbeit ſei, die letzte Hand an ein Werk zu legen, welches ſo viele Könige unvollendet gelaſſen. Um Raymond, der todt war, zu erſetzen, vereinigte er den eleganten und feinen Geſchmack *Percier's* mit dem praktiſchen und unternehmenden Geiſte *Fontaine's*. Dieſe beiden talentvollen Männer haben den Bericht über die in den Jahren 1803—1812 von ihnen ausgeführten Arbeiten veröffentlicht und, was nicht minder koſtbar iſt, auch einige Erinnerungen an ihre mit dem Kaiſer gelegentlich dieſer Arbeiten häufig gepflogenen Unterhaltungen beigegeben. Es braucht wohl nicht bemerkt zu werden, daß für den neuen Monarchen die Vollendung des Louvre nicht bloß darin beſtand, nur die vier Flügel des alten Palaſtes auszubauen, ſondern daß ſeinen Geiſt auch das andre Problem bewegte, jene große und ſchwierige Frage, mit der ſich ſeit Bernini und Perrault Niemand beſchäftigt hatte: die Vereinigung des Louvre mit den Tuilerien. Da er aber ſowohl im Kriege wie in der Architektur, wie überhaupt in allem anderen, den Grundſatz hatte, nur immer eines auf einmal zu thun, ſo begann man mit der Reſtaurazion des alten Louvre.

Die Kolonnade wurde zum zweiten Male neu hergeſtellt. Sie mußte beinahe Stein für Stein reſtaurirt werden wie 50 Jahre früher unter Gabriel; ferner wurde die Ulterfaßade vollſtändig ſkulptirt, geſchloſſen und bedeckt, eine große Arbeit, welche die letzten Spuren der bis dahin noch ſichtbaren Faßade Levau's verwiſchte. Endlich mußte die ſo oft wiederholte Streitfrage gelöſt werden, wie nämlich der obere Theil der vier Faßaden des Hofes vollendet werden ſolle. Welcher Plan ſollte hier befolgt werden, um dem Ganzen Regelmäßigkeit zu geben? Der Leſcot's oder der Perrault's? Die Attike oder die dritte Säulenreihe? Die Attike war in ſieben Zwölfteln des Hofes ſchon ausgeführt, vier Zwölftel nahm die dritte Säulenreihe ein und das letzte Zwölftel war noch nicht angefangen. Wozu man ſich auch entſchließen mochte, eine Einheit ließ ſich nicht erreichen, ohne daß eines oder das andere zerſtört wurde; weniger zu zerſtören aber war, wenn die Attike fortgeſetzt, als wenn die dritte Säulenreihe verlängert wurde. Durch einen glücklichen Zufall war die Oekonomie auf der Seite des guten Geſchmacks.

Der Kaiſer wollte das Urtheil nicht nur des Inſtituts, ſondern auch der hervorragendſten Architekten und Künſtler von Paris kennen lernen. Es wurde deshalb eine große Kommiſſion gebildet. Dieſe unterwarf die Frage einer langen Prüfung, und zur Ehre der Theilnehmer derſelben muß zugegeben werden, daß ſie ſämmtlich, trotz des damals ſo verbreiteten, unumſchränkt herrſchenden pſeudo-antiken Geſchmacks, trotz der geringen Sympathie, welche die vorſpringenden Dächer und die Wellenlinien dieſer Attike den nur mit der Horizontalen vertrauten Praktikern einflößen konnten, von einer gewiſſen tradizionellen Achtung für dieſe Ueberreſte der alten franzöſiſchen Kunſt ergriffen waren und daß nicht *eine* Stimme die Verlängerung der dritten Säulenreihe über alle vier Faßaden zu verlangen wagte. Mit großer Majorität ſprach die Kommiſſion die Anſicht aus, daß die bereits auf der weſtlichen und theilweiſe auf der nördlichen und ſüdlichen Seite des Hofes des Louvre begonnene Attike fortzuſetzen ſei. Nur bezüglich eines Punktes waren die Meinungen getheilt: ſollte man nämlich auf der Oſtſeite, hinter der Kolonnade, und um deren Höhe zu verbergen, die dritte Säulenreihe ausnahmsweiſe beibehalten oder ſollte auch auf dieſer Seite die Attike fortgeſetzt werden? Diejenigen, welche die letztere Anſicht vertheidigten, behaupteten nicht ohne Grund, daß ein Dach, welches von der Seite der Kolonnade nicht ſichtbar ſei, und welches nicht zugleich den Hintergrund der durchbrochenen Baluſtrade bilde, nicht ſchwer zu kombiniren ſei. Ueber dieſe einzige Frage wurde heftig debattirt; hier gab es Zweifel und Parteiung, auf den übrigen Seiten wurde die Beibehaltung der Attike angenommen. Der von Dufourny verfaßte Bericht der Kommiſſion bewies deutlich, wie abſurd eine dritte Säulenreihe ſei, die den beiden andern gleich wäre; wie unräthlich die Vernichtung von Skulp-

Digitized by Google

turen ſei, die drei Jahrhunderte lang die allgemeine Bewunderung erregt hatten. Dieſe Beſchlüſſe wurden in der Kunſtwelt ſofort auf das günſtigſte aufgenommen, wie unter anderem deutlich aus dem zu jener Zeit veröffentlichten großen Werke Baltard's über den Louvre hervorgeht. Baltard führt den Ausſpruch der Kommiſſion wörtlich an; er beſingt den Ruhm Lescot's und dankt dem Oberhaupt der Regierung, ohne auch nur den Verdacht zu haben, daß eine andere Anſicht die Oberhand gewinnen könnte.

Wie groß aber war das Erſtaunen, als eines ſchönen Tages bekannt wurde, daß der Kaiſer proprio motu die dritte Säulenreihe befohlen habe. Nur eine einzige Konceſſion wurde gemacht: die Erhaltung der Attike auf der weſtlichen Seite, als Probe des Stils des alten Louvre. Es war dies gerade das Gegentheil von dem, was alle Architekten einſtimmig verlangt hatten.

Der Erlaß war definitiv, er wurde ausgeführt. Man trug die Attike auf der ſüdlichen und nördlichen Seite ab, d. h. nicht nur die Kopien Lemercier's und Levau's, ſondern auch die Hälfte des Originals. Die Skulpturen Paul Ponce's wurden durchgeſägt und ſtückweiſe heruntergeſchafft; der Gedanke daran macht das Herz bluten! Woher aber dieſer plötzliche Entſchluß? Der Kaiſer Napoleon gehörte trotz ſeines Genies in Bezug auf dekorative Architektur der Schule Perrault's an; die geraden Linien und Baluſtraden behagten ſeinem ſüdländiſchen Geſchmack. Wenn das Glück gewollt hätte, daß er, ſtatt mit der Reſtauration des Hofes des Louvre zu beginnen, ſich zuerſt mit der Vereinigung beider Paläſte beſchäftigt, und wenn er bei dieſer Arbeit wie bei der andern einen Machtſpruch gethan hätte, ſo würden wir wahrſcheinlich keine Urſache zum Bedauern haben; denn Fontaine und Percier erzählen, daß er jedem Projekt, welches den Raum zwiſchen dem Louvre und den Tuilerien abtheilen oder verkürzen wollte, entgegen war. Seine beiden Architekten dagegen, die das Vorurtheil bezüglich der behaupteten Unvereinbarkeit dieſer beiden Bauwerke in vollem Maße theilten, behaupteten, daß ſie nothwendig für ſich beſtehen müßten; „jedesmal aber, ſagen ſie, wenn man dem Kaiſer Zwiſchenbauten vorſchlug, entweder um den Erforderniſſen beider Paläſte gerecht zu werden, oder um ihre reſp. Mängel zu verbergen, bedauerte er den großen Raum zwiſchen beiden Flügeln, indem er ſtets wiederholte: nur das Große iſt ſchön; Ausdehnung und Unermeßlichkeit laſſen manches Mangelhafte überſehen." Auch fügte er ſich erſt nach heftigem Kampfe und nur angeſichts einer techniſchen Verſicherung, die wir in der Folge betrachten wollen: nämlich die materielle Unmöglichkeit, dieſem Platze ſeine ganze Ausdehnung zu laſſen.

Sollen wir darüber erſtaunen, daß ein Mann, der in dem Hof des Louvre ſo unglücklich intervenirte, bezüglich des Carrouſelplatzes ſo gute Intenzionen hatte? Es erklärt ſich dies leicht. Gingen Bernini's Zeichnungen nicht auch ungünſtig mit den Faßaden Lescot's um, und waren ſeine Ideen über die Vereinigung beider Paläſte nicht von bewunderungswürdiger Einfachheit? Ein anderes iſt eben das Gefühl für Ornamentik, ein anderes die Auffaſſung eines Plans; im einen Falle gehört Geſchmack dazu, um das Gute und Schöne zu treffen, während dem Genie im andern Falle nur ſchwer ein Irrthum möglich iſt.

Indem er das Projekt ſeiner Architekten gezwungen annahm, wollte der Kaiſer wenigſtens die Querbauten, die die beiden Paläſte trennen ſollten, ſo wie die dazu gehörigen Nebenbauten zu öffentlichen Zwecken verwendet wiſſen, wie er dies bereits in der großen Galerie und in einem Theil des Louvre ausgeführt hatte, nämlich zum Beſten der Wiſſenſchaften und ſchönen Künſte. Streng verbannte er jede Verwendung zu adminiſtrativen oder militäriſchen Zwecken, was die Sicherheit der Sammlungen und die Ruhe der Arbeitenden gefahrden konnte. Für ſich allein behielt er nur die Tuilerien; alles übrige widmete er der Wiſſenſchaft und dem Studium. Der Querflügel war ſpeciell für die Nazionalbibliothek beſtimmt; dem Eingang des Muſeums gegenüber und als Pendant zur Apollogalerie ſollte ſich eine Kapelle erheben, um die von Saint-Germain l'Auxerrois zu erſetzen, welche zerſtört werden ſollte. Dieſer Kapelle gab man eine ſonderbare Nachbarſchaft: das Opernhaus, welches ganz iſolirt dem Palais-Royal gegenüber und quer vor der zukünftigen Rivoliſtraße liegen ſollte; eine doppelt unglückliche Idee, ſowohl in Bezug auf den Anblick als auf die Schicklichkeit.

Zur Zeit des Falles des Kaiſerreichs war die Ausführung dieſes ganzen Projekts kaum erſt begonnen worden. Seit 1801 arbeitete man an der allmähligen Ebnung des Terrains. Die Hotels Brionne und la

Digitized by Google

Valliere, die zum Theil die Nordseite des jetzigen Hofes der Tuilerien einnahmen, waren schnell abgerissen worden, so wie die drei großen Massen von Amtsgebäuden im andern Theile dieses Hofes. Auf dem Carrouselplatz waren die Demolirungen bis zur Straße Saint-Nicaise in einer Linie mit dem Hotel Cruſſol und Eldeuf vorgerückt. Was den Bau betrifft, so ſtanden auf der Seite der Tuilerien erſt ungefähr 130 Meter des nördlichen Flügels, vom Pavillon Marſan bis zur zweiten Travée jenſeits der Straße de l'Echelle. Am anderen Ende, auf der Louvreſeite, waren die Arbeiten noch weniger vorgerückt; man hatte erſt die Kapelle begonnen; das höchſtens bis zur halben Höhe aufgeführte Portal war nur ein Haufen glatter Steine, wie man ſie an den meiſten Monumenten des Kaiſerreiches ſieht. Nur die Dichter und Panegyriker glaubten, daß im Jahre 1814 dieſe Monumente alle vollendet wären. Die Proſa erinnert ſich wohl, bis zu welcher Höhe damals die Madeleinekirche, der Arc de l'Etoile und der Palaſt des Quai d'Orſay und ſo viele andere Bauwerke gediehen waren, die nur ihre Gründung der Epoche des Kaiſerreichs verdanken. Die Regierungen, die ſeit dem Jahre 1814 dieſe Monumente vollendeten und Frankreich mit ſo vielen anderen beſchenkten, begingen das Unrecht, den Louvre in dem Zuſtande gelaſſen zu haben, in den ſie ihn bekommen hatten. Dieſer Vorwurf berührt nicht die Häupter dieſer Regierungen, namentlich nicht das der letzten, da es ſich, wie alle Welt weiß, beeilte, die Vollendung dieſes großen Werkes anzuregen; ganz gewiß hätte es auch ſelbſt um den Preis der perſönlichen Opfer, die heute auf ſeiner Familie laſten, die Fortſetzung der Arbeiten betrieben. Bedauerliche Verhältniſſe verſchiedener Art aber banden ihm die Hände und ließen der üblen Geſinnung Thür und Thor offen. Schon im Jahre 1820, als die Apollogalerie vorſorglich geſtützt wurde, ohne daß von Jahr zu Jahr irgend etwas zur Reſtauration dieſer Ruine geſchah, wurden Klagen laut, bei den einen aus vollem wahren Herzen, bei den anderen aus Heuchelei, und weder die unter Karl X. ausgeführten reichen Ornamente im Innern, noch das ſeinen Namen tragende Muſeum, noch der Bau zweier oder dreier neuer Travées des nördlichen Flügels reichten hin die erſten Eindrücke des Publikums zu verwiſchen.

So kam das Jahr 1848 heran. Die Männer, die der Monarchie nur eingebildete Verbrechen zur Laſt legen konnten, mußten die ſo leicht ſich darbietende Gelegenheit ergreifen, um ſich ein Verdienſt zu erwerben, welches jener gefehlt hatte. Sie dekretirten die Vollendung des Louvre, d. h. in der damaligen Sprache, die Vollendung des Volkspalaſtes; dieſe ſchönen Worte aber verſchwanden wie ſo viele andere, und das Monument blieb wie es war. Erſt neun oder zehn Monate ſpäter wurden Thaten an die Stelle wohlklingender Worte geſetzt. Im December 1848 beſchloß die konſtituirende Nazionalverſammlung auf die dringende Anregung ſeiner erleuchtetſten Mitglieder ſich mit dem Louvre zu beſchäftigen, und die nämlichen Männer, die Frankreich zu ruiniren geglaubt haben würden, wenn ſie dem König Louis Philipp 200000 Francs zum Beſten des Palaſtes bewilligt hätten, votirten jetzt 2 Millionen. Fragen wir, ob das Geld eine gute und nützliche Verwendung gefunden hat, ſo läßt ſich das kaum bejahen. Die Reſtaurazionen, die ſeit ſechs Jahren an der ſüdlichen Faßade und in der Galerie des Apollo ausgeführt wurden, ſind für den Louvre ein Glück, das er während ſeiner langen Laufbahn nur ſelten genoſſen hat. Dieſe geduldigen Reſtaurirungen, dieſe harmoniſchen Vollendungen ſind undankbare Arbeiten, deren Kühnheit und Schwierigkeiten ſich nicht einmal von ihren Bewunderern würdigen laſſen. Auch glauben wir nicht, daß für die Kunſt ein Nutzen daraus erwüchſe, wenn wir uns mit dem ernſtlichen Verdienſt ſolcher Arbeiten oberflächlich beſchäftigen oder wenn wir in den Sälen, welche die neuen Schöpfungen enthalten, länger bei Details verweilen wollten, die ganz gewiß nicht unbedingte Billigung finden dürften, die aber im Allgemeinen nur durch ein zu konſtantes Suchen nach Stil und Diſtinkzion fehlen. Man beobachte nur, wohin dieſe Kritiken führen, die ſich darin gefallen, durch Vergrößerung des Uebels das Gute zu ſchwächen. Sie hetzen unbeſonnen das Publikum auf und machen die Behörden irre. Bei der Dekorazion des Hofes des Louvre war die Ausführung nicht ganz frei von Fehlern, das Ganze aber war ausgezeichnet. Die Irrthümer ließen ſich leicht beſeitigen, und der Künſtler hätte ſie auch verbeſſert, vielleicht ſogar, ehe er darauf aufmerkſam gemacht worden wäre, wenn die Architekten das Privilegium der Maler und Bildhauer hätten, in der Stille des Ateliers zu arbeiten. Es genügte die kaum

Digitized by Google

noch aus dem Rohen bearbeiteten Stützen der Kandelaber leichter zu machen, die kleinen laufenden Gitter zu beſeitigen, und vielleicht endlich die centralen Unterabtheilungen zu vereinigen, damit Jedermann rückhaltslos den Reiz dieſes mit der Architektur der Faßaden kontraſtirenden Raſenteppichs, dieſe ſo zu ſagen vom Publikum ſelbſt vorgezeichneten Spazierwege und dieſe halbkreisförmigen mit den vier Winkeln des Gebäudes ſo glücklich vereinigten Bänke verſtehen und würdigen könnte. Man hat aber die Anathema der Kritik buchſtäblich genommen. Alles war abſcheulich, alles mußte geändert werden. Was ſagen die Schuldigen heute dazu? Wenn wir uns nicht ſehr irren, erkennen ſie bereits, daß dieſer unglückliche Hof vom Leben zum Tode gelangt iſt. Jetzt tödtet eine trockne Einöde das Monument, während ihm die friſche Oaſe als Staffage gedient hätte.

Wir wollen indeſſen unſern obigen Bericht vollenden. Die von der konſtituirenden Nazionalverſammlung votirten zwei Millionen waren bloß zu Arbeiten der Ornamentik und der Reſtaurazion beſtimmt. In der geſetzgebenden Verſammlung ging man einen Schritt weiter; ſie hatte vom Anfang an eine vollſtändige Vollendung im Sinne. Was das Enſemble betrifft, ſo war es derſelbe Plan, an deſſen Ausführung jetzt gearbeitet wird; nur hinſichtlich der Beſtimmung herrſchte eine Verſchiedenheit. In die Gemächer, die jetzt zu adminiſtrativen Zwecken verwendet werden ſollen, wollte man damals die Nazionalbibliothek verlegen.

Die Verſammlung bewilligte nur den zur Abräumung des Carrouſelplatzes nöthigen Kredit; jeder neue Bau wurde aufgeſchoben. Drei Gründe waren die Urſache zu dieſem Entſchluſſe: der Zuſtand der Finanzen, der damals wenig beruhigend war, das Intereſſe der Bibliothek, die nur ein elaſtiſches Lokal verlangt, wenn man ſich ſo ausdrücken darf, nämlich ein Lokal, das wie ihr jetziges allmählige Vergrößerungen erlaubt, nicht aber ein regelmäßiges, ſymmetriſches und ſtabiles Monument wie den Louvre. Als letztes Motiv der Verzögerung endlich erſchien das Intereſſe des Louvre ſelbſt. Ohne ſich über das Verdienſt des ihr vorgelegten Projektes auszuſprechen, hatte die Verſammlung geglaubt, daß, wenn die Vereinigung beider Paläſte eines Tages exiſtiren ſollte, ein großer Nutzen darin läge, in dieſer Frage erſt dann entſcheidend aufgetreten zu ſein, wenn der Platz abgeräumt und namentlich, wenn er nivellirt ſei, eine eben ſo wichtige Operazion, um ſich von dem Effekt der künftigen Bauten eine genaue Rechenſchaft zu geben.

Dieſe beſcheidenen und expektativen Beſchlüſſe fanden die allgemeine Billigung. Sie erfolgten im Jahre 1849. Wir begreifen wohl, daß man ſich im Jahre 1852 nicht damit begnügte, und wir können dies nur bedauern, denn wir halten den Glauben feſt, daß im Intereſſe des Monuments ein Halt nothwendig war, aber kein Halt der Unthätigkeit. Wir hätten gewünſcht, daß man ſich vor dem Carrouſelplatz lieber mit den unzähligen dringenden Arbeiten beſchäftigt hätte, welche die Vollendung und Konſolidazion des Louvre ſelbſt erheiſchen. Wenn man weiß, in welchem Zuſtande die Dächer, namentlich die nicht ſichtbaren ſind, ſo erſcheint unſere Unruhe begreiflich. Ein dickes und plumpes Gebälk, zur Hälfte verfaulte Balken belaſten die Mauern der Faßaden und tragen anderſeits kaum die darüber liegenden Dächer. Hinter dieſen Baluſtraden, die große Plateformen zu bekrönen ſcheinen, gibt es Berge und Thäler von Schiefer, wo ſich der Schnee aufhäuft und wo ſelbſt das Regenwaſſer eine Gefahr für das Monument abgibt. Wir wollen noch hinzufügen, daß ſich bei einem neuen Dachſyſtem das jetzt unverwendete dritte Stockwerk verwerthen ließe, denn obwohl es von außen eine Wiederholung des erſten iſt, ſo finden ſich doch im Innern nichts als verfallene Böden. Das wäre der richtige Anfang der Arbeiten am Louvre geweſen, wenn man an das Beſtehende die letzte Hand gelegt hätte. Man hätte ſogar gleichzeitig den dem Thore des Muſeums gegenüber liegenden Pavillon vollenden und ihn nördlich als Pendant der Apollogalerie verlängern, man hätte hier noch zwei oder drei Millionen verwenden können und Arbeit für ein oder zwei Jahre gehabt, ohne daß die Hauptfrage, die Abſchließung des Carrouſelplatzes, kompromittirt worden wäre. Man hätte dies Problem endlich dann in Angriff genommen, nachdem man die Mittel zur Löſung deſſelben vervielfältigt und ſo viel als möglich die Chancen zu Irrthümern beſeitigt hätte.

Dies wären unſere Wünſche. Zu welchem Zwecke ſollten ſie noch weiter beſprochen werden? Am Anfang haben wir geſagt, der Boden wird unterhöhlt, man fängt an zu bauen. Es iſt daher für unſere Wünſche zu ſpät.

Geſchrieben im Jahre 1854.

Digitized by Google

Ueber den Luftstrom im Schornsteine.

Die Geschwindigkeit des Luftstromes im Schornstein hängt bekanntlich — unter übrigens gleichen Umständen — von der Differenz ab, welche zwischen der Temperatur dieses Stromes und derjenigen der äußern Luft stattfindet, und so zwar, daß die Geschwindigkeit um so größer wird, je größer dieser Temperaturunterschied ist. Man ist geneigt anzunehmen, daß die Luftmenge, welche durch den Schornstein abfließt, in ähnlichem Verhältnisse wachse. Allein dies ist nicht immer der Fall. Von einem bestimmten Verhältnisse der Temperaturen an mindert sich die Luftmenge, während die Temperatur des Luftstromes wächst, und — was hier hauptsächlich bemerkt werden soll — die abfließende Luftmenge bleibt zwischen weiten Grenzen der Temperatur nahezu konstant, so daß sich diese Menge genau genug bestimmen läßt, wenn auch die Temperatur des Luftstromes nicht genau bekannt ist.

Befindet sich ein Gas von der Dichte γ unter dem Drucke p, und strömt dasselbe durch eine kleine Oeffnung in einen Raum aus, in welchem die Dichte γ_1 und der Druck p_1 statt hat, so drückt sich die Geschwindigkeit c, mit welcher der Ausfluß erfolgt, nach einer bekannten älteren Formel aus durch

$$1.\quad c = \sqrt{\frac{2g}{\gamma}(p - p_1)}$$

wenn g die Schwerkraft — die Geschwindigkeit eines frei fallenden Körpers zu Ende der ersten Zeiteinheit — vorstellt.

Neuerdings wird indessen diese Formel vielfach als unrichtig bezeichnet und behauptet, der Ausdruck

$$2.\quad c = \sqrt{\frac{2g}{\gamma} p \ln . \frac{p}{p_1}}$$

stelle die Ausflußgeschwindigkeit dar.

Aus jeder dieser Formeln läßt sich leicht ein Ausdruck für die Geschwindigkeit des Luftstromes im Schornstein ableiten, sofern die Widerstände unberücksichtigt bleiben; es ist auch ziemlich gleichgiltig, welche der beiden Formeln man wählt, denn beide geben für so kleine Differenzen zwischen den Drucken p und p_1, wie sie hier stattfinden, selbst wenn die Höhe des Schornsteines sehr bedeutend ist und der Luftstrom eine sehr hohe Temperatur hat, nahe gleiche Werthe *). Wir wollen aber bei dieser Gelegenheit nachweisen, daß der Ausdruck unter (2) unmögliche Resultate liefert und deshalb unrichtig ist.

Die beiden in Rede stehenden Formeln beruhen auf ganz entgegengesetzten Voraussetzungen. Die (1) erfordert, daß bei der Bewegung nach der Ausflußöffnung keine Aenderung der Dichte eintrete, so daß in dieser Oeffnung, in welcher die Geschwindigkeit c statt findet, der Druck p und die Dichte γ statt habe. Die (2) dagegen setzt voraus, daß sich die Dichte ändere und so zwar, daß der Luftstrom in der Ausflußöffnung die Dichte γ_1 habe und unter dem entsprechenden Drucke p_1 stehe.

Ohne diese Voraussetzungen näher zu prüfen, wollen wir die Luftmenge M bestimmen, welche die betrachteten Formeln für eine Ausflußöffnung = 1 (in der Zeit = 1) geben.

Die (2) liefert für diese Menge

$$M = \alpha . c \gamma_1,$$

wenn α eine von der Kontraktion des Strahles herrührende Größe vorstellt, so daß $\alpha \leqq 1$.

Es ist

$$\gamma_1 = \frac{p_1}{p} \gamma,$$

mithin

$$3.\quad M = \alpha \gamma \sqrt{\frac{2g}{\gamma} \frac{p_1^2}{p} \ln . \frac{p}{p_1}}$$

$$= \alpha \gamma \sqrt{2k \left(\frac{p_1}{p}\right)^2 \ln . \frac{p}{p_1}}$$

wenn wir k anstatt $\frac{gp}{\gamma}$ schreiben.

*) Ist p_1 von p wenig verschieden, so hat man wegen

$$\frac{p}{p_1} = 1 - \frac{p - p_1}{p_1}$$

nahe genug

$$\ln . \frac{p}{p_1} = \frac{p - p_1}{p_1}$$

und daher nach der (2)

$$c = \sqrt{\frac{2g}{\gamma} \frac{p^2}{p_1} (p - p_1)}$$

oder nahe

$$c = \sqrt{\frac{2g}{\gamma} (p - p_1)}$$

Digitized by Google

Sind die Drucke p und p_1 nicht verschieden, so findet keine Ausströmung statt und die (3) liefert richtig M = O. Denken wir aber außerhalb des Gefäßes den luftleeren Raum, so muß der Ausfluß statt haben. Für diesen Fall aber nimmt die (3), weil $p_1 = 0$, die Form $0 \cdot \infty$ an, so daß die gesuchte Luftmenge nicht unmittelbar aus dieser Formel entnommen werden kann.

Um nun den Werth des Ausdruckes $\left(\frac{p_1}{p}\right)^{\varepsilon} \ln . \frac{p}{p_1}$ für $p_1 = 0$ zu bestimmen, setzen wir zunächst

$$\left(\frac{p_1}{p}\right)^{\varepsilon} \ln . \frac{p}{p_1} = \left(\frac{p_1}{p}\right)^{\varepsilon} \ln . p - \left(\frac{p_1}{p}\right)^{\varepsilon} \ln . p_1$$

und haben demnach, weil das erste Glied dieser Differenz offenbar Null ist, für $p_1 = 0$, lediglich den Werth des letzten Gliedes zu ermitteln. Zu diesem Zwecke setzen wir

$$\ln . p_1 = \varphi_{p_1}$$
$$\left(\frac{p_1}{p}\right)^{\varepsilon} = \frac{1}{\psi_{p_1}},$$

so daß

$$f_{p_1} = \left(\frac{p_1}{p}\right)^{\varepsilon} \ln . p_1 = \frac{\varphi_{p_1}}{\psi_{p_1}}$$

und weil f_{p_1} für $p_1 = 0$ die Form $\frac{\infty}{\infty}$ annimmt, sich der Werth von f_{p_1}, wie bekannt, durch

$$f_{p_1} = \frac{\frac{d\varphi}{dp_1}}{\frac{d\psi}{dp_1}}$$

ausgedrückt findet.

Es ist

$$\frac{d\varphi}{dp_1} = \frac{d . \ln p_1}{dp_1} = \frac{1}{p_1}.$$

$$\frac{d\psi}{dp_1} = \frac{d . \left(\frac{p_1}{p}\right)^{\varepsilon}}{dp_1} = -2\left(\frac{p}{p_1}\right)^{\varepsilon} \cdot \frac{1}{p_1}$$

mithin

$$f_{p_1} = -\frac{1}{2}\left(\frac{p_1}{p}\right)^{\varepsilon}$$

und dies ist O für $p_1 = 0$. Folglich ist

$$M = 0 \text{ für } p_1 = 0$$

und dieses Resultat ist wegen der Flüssigkeit der Masse unmöglich.

Dies genügt für den beabsichtigten Nachweis. Man kann aber noch leicht darthun, daß der Ausdruck (3) ein Maximum hat und von diesem größten Werthe an stets abnimmt bis zu dem oben gefundenen Werthe O von M und endlich, daß der Werth M unter (3) allezeit kleiner ist als derjenige Werth M, welcher aus der (1) $\left(= \gamma \sqrt{\frac{2g}{\gamma}(p - p_1)}\right)$ erhalten wird, woraus man folgert, daß während der Bewegung nach der Ausflußöffnung eine Verminderung der Dichte nicht eintreten kann.

Kehren wir nun zur Betrachtung des Luftstromes im Schornstein zurück, setzen aber voraus, daß jener den Schornstein völlig ausfülle, so leuchtet zunächst ein, daß die Differenz $p - p_1$ durch den Unterschied in dem Gewichte der äußern und innern Luftsäule von (der Grundfläche = 1 und) der Höhe H des Schornsteines — d. i. von der Roststäche bis zur obern Endfläche des letzten — gegeben ist, insofern der Druck in der (Horizontal-) Ebene durch die obere Endfläche überall gleich ist. Man hat daher

$$4. \quad c = \alpha \sqrt{\frac{2g}{\gamma}(\gamma - \gamma_1) H}.$$

Bezeichnet τ die Temperatur der äußern Luft, τ_1 die (mittlere) Temperatur des Luftstromes im Schornsteine, λ den Ausdehnungskoefficienten der Luft (für 1° des hunderttheiligen Quecksilberthermometers), γ_0 das Gewicht der Kubikeinheit Luft bei O° c., so ist

$$\gamma = \frac{\gamma_0}{1 + \lambda\tau}$$

$$\gamma_1 = \frac{\gamma_0}{1 + \lambda\tau_1}$$

und daher

$$c = \alpha \sqrt{2g\lambda \frac{\tau_1 - \tau}{1 + \lambda\tau_1} \cdot H}$$

und wenn der von der Temperatur unabhängige Theil dieses Ausdrucks durch β bezeichnet wird

$$5. \quad c = \beta \sqrt{\frac{\tau_1 - \tau}{1 + \lambda\tau_1}}.$$

Ist q der Querschnitt des Schornsteines, V das Luftvolum (bei der Temperatur τ_1), welches in der Zeiteinheit durch diesen Querschnitt geht, so hat man

$$V = q\,c,$$

oder wenn V_0 dieses Volum bei der Temperatur O° bezeichnet, weil

$$V = V_0 (1 + \lambda\tau_1)$$

$$V_0 = \frac{q\,c}{1 + \lambda\tau_1}$$

und wenn der Werth von c aus (5) eingesetzt wird, ergibt sich für das Luftvolum V_0, welches sich in der Zeiteinheit durch jeden Querschnitt des prismatisch oder cylindrisch gedachten Schornsteines bewegt, der Ausdruck

Digitized by Google

$$6.\quad V_0 = \beta\, q \sqrt{\frac{\tau_. - \tau}{(1 + \lambda\tau_.)^2}}.$$

Dieſer Ausdruck wird Null für $\tau_. = \tau$ und für $\tau_. = \infty$. Hieraus erſieht ſich, daß das Volum V_0 für einen beſtimmten Werth τ_m von $\tau_.$ ein Maximum wird und, wie ſchon Eingangs bemerkt, abnimmt, während $\tau_.$ wächſt, daß alſo für jede höhere Temperatur ($\tau_. > \tau_m$) eine geringere Luftmenge abgeführt wird, obgleich die Geſchwindigkeit des Luftſtromes größer iſt als für geringere Temperaturen.

Der Werth τ_m, für welchen V_0 dieſes Maximum erreicht, findet ſich aus der Gleichung

$$(1 + \lambda\tau_.)^2 - 3\lambda(\tau_. - \tau)(1 + \lambda\tau_.)^2 - 0,$$

namlich

$$6',\quad \tau_m = \frac{1}{2\lambda} + \frac{3}{2}\tau$$

und das Maximum V_0^m iſt

$$7.\quad V_0^m = \frac{2}{3}\frac{\beta\, q}{1 + \lambda\tau}\sqrt{\frac{1}{3\lambda}}$$

Die Temperatur τ hat für unſere Gegenden einen geringen Mittelwerth und man darf $\tau = 0$ ſetzen. Man erhält dann

$$8.\quad \begin{cases} \tau_m = \frac{1}{2\lambda} \\ V_0^m = \frac{2}{3}\beta\, q \sqrt{\frac{1}{3\lambda}} \end{cases}$$

oder, weil $\lambda = 0{,}003665$,

$$9.\quad \begin{cases} \tau_m = 136°,4 \\ V_0^m = 6{,}358\,\beta\, q. \end{cases}$$

Dies iſt die größte Luftmenge V_0, welche durch den Querſchnitt q abgeführt werden kann. Aendert ſich die Temperatur — ſei es durch Wachſen oder Abnehmen — ſo muß der Querſchnitt vergrößert werden, wenn die beſtimmte Luftmenge V_0 abfließen ſoll. Im Allgemeinen muß daher

$$10.\quad q > \frac{V_0}{6{,}358\,\beta} > 0{,}1573\,\frac{V_0}{\beta}$$

ſein.

Die nothwendige Größe des Querſchnittes q für eine beliebige Temperatur $\tau_.$ ergibt ſich aus (6)

$$11.\quad q = \frac{V_0}{\beta}\sqrt{\frac{(1 + \lambda\tau_.)^2}{\tau_. - \tau}}.$$

Denken wir wieder τ der Null gleich, ſo findet ſich hieraus

$q = \infty$ für $\tau_. = 0°$

$q = 0{,}1820\,\frac{V_0}{\beta}$ „ $\tau_. = 50°$

$q = 0{,}1597\,\frac{V_0}{\beta}$ „ $\tau_. = 100°$

$q = 0{,}1573\,\frac{V_0}{\beta}$ „ $\tau_. = 136°,4$

$q = 0{,}1613\,\frac{V_0}{\beta}$ „ $\tau_. = 200°$

$q = 0{,}1756\,\frac{V_0}{\beta}$ „ $\tau_. = 300°$

$q = 0{,}1936\,\frac{V_0}{\beta}$ „ $\tau_. = 400°$

$q = \infty$ „ $\tau_. = \infty$.

Da q für $\tau_. = 136°,4$ ſeinen kleinſten Werth erreicht, ſo erſieht ſich, daß für alle Werthe von $\tau_.$ zwiſchen 100° und 200° nahe

$$12.\quad q = 0{,}16\,\frac{V_0}{\beta}.$$

Für höhere Temperaturen wächſt der Werth von q nur langſam, dagegen raſch für Temperaturwerthe unter 100.° Der Zweck der meiſten größern Feuerungen, z. B. aller Dampfmaſchinenfeuerungen, erfordert, daß die heiße Luft die Heizkanäle mit einem Hitzegrad von mehr als 100° verlaſſe und mit dieſem alſo in den Schornſtein eintrete, während die Sparſamkeit verlangt, daß dieſer Hitzegrad das nothwendige Maß nicht erheblich überſteige. In allen dieſen Fällen kann daher der Querſchnitt q des Schornſteines aus der (12), welche die Temperatur $\tau_.$ nicht mehr enthält, gefunden werden, ſobald man nur die Größen V_0 und β kennt. Wird der Werth für β und in dieſem der Zahlenwerth von $V\lambda$ in die (12) eingeſetzt, ſo erhält man

$$13.\quad q = 2{,}64\,\frac{V_0}{\sqrt{2gH}}.$$

Digitized by Google

Ueber das Verhalten des Waſſers zu reguliniſchem Blei.

Von Dr. L. Elsner.

Obgleich ſchon eine Reihe ausgezeichneter Chemiker ſich damit beſchäftigt haben, die Einwirkung von Waſſer auf reguliniſches Blei zu beobachten, ſo habe ich es dennoch wegen der Wichtigkeit der Sache nicht für unzweckmäßig gehalten, auch die Reſultate meiner über denſelben Gegenſtand angeſtellten Verſuche zu veröffentlichen, wozu ich noch außerdem mehrſeitig aufgefordert wurde.

Es iſt eine allgemein bekannte Thatſache, daß ſchon der römiſche Baumeiſter Vitruvius vor der Anwendung bleierner Röhren zu Waſſerleitungen warnte; eben ſo iſt es bekannt, daß die Chemiker Guyton de Morveau, Thomſon, Chriſtiſon, von Bonsdorff, Wetzlar, Fiſcher, Tünnermann ſich mit den Studien des oben genannten Gegenſtandes eifrig beſchäftigt haben.

Ich habe meine Verſuche mit Spreewaſſer (Flußwaſſer), Brunnenwaſſer, ſtark gipshaltig, und deſtillirtem Waſſer angeſtellt, und theils Bleibleche, theils Bleiröhren zu meinen Verſuchen angewendet.

I. Verſuche mit Bleiblechen. — Die Bleche waren blank geſchabt und ganz von dem reſp. Waſſer bedeckt in Reagenzröhren hingeſtellt worden, und zwar operirte ich gewöhnlich bei 12 — 15° Cels. Lufttemperatur.

In deſtillirtem Waſſer lief nach einigen Stunden das Blech mattgrau an, und nach einigen Tagen war daſſelbe mit weißem Bleioxydhydrat bedeckt und die ganze Flüſſigkeit durch dieſe Bleiverbindung ſtark weiß getrübt.

Die weißen kryſtalliniſchen Flocken abfiltrirt, löſten ſich ohne Entwicklung von Kohlenſäure in Eſſigſäure auf, und die Löſung gab, mit den bekannten Reagenzien auf Blei, dieſes Metall ganz entſchieden zu erkennen; die weißen Flocken waren demnach Bleioxydhydrat und nicht kohlenſaures Bleioxyd. Ganz ähnlich verhielten ſich die Bleibleche in Spreewaſſer, nur daß die Entſtehung von Bleioxydhydrat nicht ſo bedeutend war als bei der Einwirkung von deſtillirtem Waſſer auf Bleibleche; bei der Einwirkung von gipshaltigem Brunnenwaſſer war die Erſcheinung eine beim Spreewaſſer ähnliche, nur hatte ſie auch gelblich-rothes Eiſenoxydhydrat ausgeſchieden. Die Erſcheinungen waren ganz dieſelben, als die Bleche nur zum Theil in das reſpective Waſſer eintauchten und theilweiſe aus dem Waſſer herausragten; hier fand ſich nur vorzugsweiſe diejenige Stelle des Bleibleches ſtark mit Bleioxydhydrat bedeckt, welche mit dem Niveau des Waſſers in direkter Berührung ſtand. In allen Fällen fanden ſich die angewandten Bleibleche mit feſtſitzendem Bleioxydhydrat bedeckt, welches ſich jedoch bei Bewegung des Waſſers ablöſte und auf dieſe Weiſe das Waſſer weiß trübte.

In dem von dem Bleioxydhydrat abfiltrirten Waſſer konnte nach Anſäuerung deſſelben mit Eſſigſäure und Zuſatz von Schwefelwaſſerſtoff-Waſſer nur eine Spur Blei nachgewieſen werden; es iſt demnach vorzugsweiſe das ſuſpendirte Bleioxydhydrat, von welchem eine Gefahr zu beſorgen iſt; eine Thatſache, welche auch mit den Beobachtungen von Thomſon übereinſtimmt. Die Reſultate der Verſuche mit Bleiblechen, welche gänzlich von dem Waſſer bedeckt waren, beweiſen, daß auch ohne direkten Zutritt der atmoſphäriſchen Luft eine Zerfreſſung (Korroſion) des Bleies im Waſſer ſtattfinden kann, was auch nicht auffallend iſt, da bekanntlich jedes Waſſer, auch Flußwaſſer, mehr oder weniger atmoſphäriſche Luft aufgelöſt enthält. Sind in dem Brunnenwaſſer Kohlenſäure oder kohlenſaure Salze enthalten, ſo wird natürlicherweiſe ſich weißes kohlenſaures Bleioxydhydrat bilden, was bekanntlich für die Geſundheit eben ſo gefährlich iſt als Bleioxydhydrat. Eben ſo iſt ſchon ſeit langer Zeit den Chemikern bekannt, daß die Korroſion des Bleies auch in einem Waſſer ſtattfinden kann, welches nur atmoſphäriſche Luft enthält und frei von Kohlenſäure iſt. Nur das von allem Luftgehalt durch Kochen befreite reine Waſſer greift metalliſches Blei ſo gut wie gar nicht an; ein ſolches abſolut luftfreies Waſſer kommt aber für die praktiſche Anwendung nicht vor, daher ſtets mehr oder weniger eine Zerfreſſung des Bleies wird zu befürchten ſein, wenn Waſſer durch Bleiröhren geleitet wird; ein Umſtand, welcher doch ſicherlich alle Beachtung verdient, wenn das durch Bleiröhren geleitete Waſſer als Trinkwaſſer zu dienen beſtimmt ſein ſollte.

II. Verſuche des Verhaltens von Fluß- (Spree-) und Brunnenwaſſer in luftdicht (ſo viel als möglich) verſchloſſenen Bleiröhren. — Die Röhren waren zuerſt an einem Ende mit einem Kork verſchloſſen und der

Digitized by Google

Kork hierauf mit Siegellack überzogen worden; nach Einfüllung des reſp. Waſſers wurde das andere Ende auch mit einem Kork verſchloſſen und dieſer gleichfalls mit Siegellack überzogen; ſo vorgerichtet wurden die Röhren 12—24 Stunden bei 12—15° Cels. ruhig beiſeits geſtellt.

Spreewaſſer. — Als das Waſſer nach 12 Stunden ausgegoſſen wurde, zeigte daſſelbe eine ſehr ſchwache weißliche Opaliſirung, welche auf Zuſatz von Eſſigſäure verſchwand; Schwefelwaſſerſtoff-Waſſer brachte in der ſtark angeſäuerten Flüſſigkeit eine bräunlich gelbe Färbung hervor.

Brunnenwaſſer zeigte ein ganz ähnliches Verhalten; hieraus folgt, daß beide Waſſerproben eine Spur Bleigehalt zu erkennen gaben, obgleich das Waſſer in ſo viel als möglich luftdicht verſchloſſenen Bleiröhren geſtanden hatte. Die Erſcheinungen waren etwas deutlicher, als das reſp. Waſſer in Bleiröhren eingeſtellt wurde, welche nur an einem Ende luftdicht verſchloſſen, an dem andern Ende dagegen offen gelaſſen waren.

Die bräunlich gelbliche Färbung in dem mit Eſſigſäure ſtark angeſäuerten und mit Schwefelwaſſerſtoff-Waſſer verſetzten, aus den Bleiröhren ausgegoſſenen Waſſer zeigte ſich beſonders in dem Falle deutlich, wenn die Reagenzröhre auf eine weiße Unterlage geſtellt und das Waſſer von oben nach unten angeſehen wurde. Spree- und Brunnenwaſſer, welche nicht in Bleiröhren geſtanden hatten, auf eine ähnliche Weiſe mit Eſſigſäure und Schwefelwaſſerſtoff-Waſſer verſetzt, blieben ganz farblos, ohne eine Spur von gelblicher Färbung zu zeigen.

Dieſelben Verſuche wurden mit Spree- und Brunnenwaſſer wiederholt in Bleiröhren, welche an einem Ende mit angeſetzten Eiſenblechröhren verſehen worden waren; auch hier zeigten die in den Blei- und Eiſenröhren geſtandenen reſp. Waſſerproben, nach 12 — 24 Stunden Hinſtellen und ſpäterem Reagiren, eine Spur eines Bleigehaltes, jedoch ſchien die Reakzion ſchwächer als bei bloßen Bleiröhren, d. h. ſolchen, welche nicht mit Eiſenröhren verbunden worden waren. Es hat ſich nämlich durch die Erfahrung herausgeſtellt, wie mir aus zugegangenen Mittheilungen bekannt wurde, daß Waſſer (Fluß- und Brunnen-) nicht bleihaltig werden, wenn dieſelben durch Bleiröhren laufen, welche mit eiſernen Röhren in Verbindung ſtehen; in dieſem Falle ſoll ſich Eiſen und nicht Blei auflöſen und das Blei ſich mit einer ſchützenden Kruſte von Eiſenoxyd und Kalk überziehen. Die mitgetheilte Erfahrung verdient wohl Beachtung, denn es iſt bekannt, daß Eiſen in Verbindung mit Blei elektro-poſitiv, letzteres dagegen elektro-negativ wird, woraus es wohl erklärlich ſein dürfte, daß das Eiſen eher aufgelöſt werden kann als Blei, und daß an das negative Blei ſich die aufgelöſten Eiſen- und Kalktheile kruſtenartig ablagern werden. Uebrigens hat ſchon Chriſtiſon darauf aufmerkſam gemacht, daß man durch Bleiröhren ohne Gefahr Waſſer hindurch leiten könne, wenn man die Bleiröhren, vor ihrer Anwendung als Waſſerleitungsröhren, mit Waſſer gefüllt, 3—4 Monate ruhig hingeſtellt habe, indem ſich dann auf die Wandungen der Röhren eine Ablagerung von Kalk- und Eiſentheile niederſchlage und auf dieſe Weiſe das Blei vor der Einwirkung des Waſſers ſchütze. Dieſer Uebergang ſoll durch einen Zuſatz von $^1/_{20000}$ phosphorſaurem Natron zu dem Waſſer, womit man die Röhren angefüllt hinſtellt, bedeutend gefördert werden.

Statt bleierner Waſſerleitungsröhren ſind für die Anwendung vorgeſchlagen worden: gußeiſerne, welche inwendig 1 — $1^1/_4$ Zoll ſtark mit Cement überzogen worden ſind, oder gußeiſerne Röhren, welche inwendig eine Röhre von Steinzeug eingeſetzt erhalten, die ringsum mit Cement umgeben iſt; ſolche Röhren zu Waſſerleitungen habe ich zu ſehen Gelegenheit gehabt. Außerdem hat man ſtatt der Bleiröhren zur Leitung des Waſſers in die Häuſer ſchmiedeiſerne oder kupferne, inwendig ſtark verzinnte Röhren vorgeſchlagen.

Ich will ſchließlich noch erwähnen, daß man verſucht hat, die bleiernen Waſſerleitungsröhren inwendig zu verzinnen, allein der Erfolg war, wie ſich vorausſehen ließ, ein ſehr ungünſtiger, denn die Bleiröhren wurden noch ſchneller zerſtört, gleichſam zerfreſſen; denn das Blei in Berührung mit Zinn verhält ſich elektro-poſitiv, das Zinn elektro-negativ, woraus folgt, daß das Blei raſcher ſich oxydiren muß, als wenn es nur für ſich allein mit Waſſer in Berührung ſteht; es iſt daher nicht anzurathen, bleierne Waſſerleitungsröhren zu verzinnen, um dieſelben weniger ſchädlich zu machen.

Digitized by Google

Darſtellung der phyſiſchen Schifffahrtshinderniſſe an der Ausmündung des Donauſtromes in's ſchwarze Meer

und

Mittel zur Beſeitigung derſelben,

vom k. k. Miniſterial-Oberingenieur Herrn Guſtav Wex.

(Mit Plänen auf Blatt 96 u. 97 u. auf Seite 97).

Die beiden Donaufürſtenthümer, Moldau und Walachei, ſind äußerſt fruchtbar an Getreide, und es bildet dieſes Produkt den Hauptausfuhrartikel, der von den Häfen an der Donau aus nach allen Ländern von Europa verſandt wird. Ein reges Leben herrſcht deshalb auf der untern Donau, das aber leider durch die dem Verkehr entgegentretenden phyſiſchen Hinderniſſe auf dieſem Theile des mächtigen Stromes gelähmt wird.

Als im Jahre 1853 die untere Donau der Kriegsſchauplatz wurde, mußte die Schifffahrt auf dieſem Fluſſe die Nachwehen davon empfinden. Im Monat April 1853 verboten die Ruſſen die Ausfuhr des Getreides aus den Donaufürſtenthümern; einige Wochen ſpäter zerſtörten die Engländer das Etabliſſement an der Sulina, und kurz nachher wurden die Donaumündungen in Blokadezuſtand erklärt, was nun allem Verkehr ein Ende machte. Erſt im Frühling des Jahres 1855 wurde dieſer Blokadezuſtand aufgehoben und die Häfen am walachiſchen und moldauiſchen Ufer der Donau wurden belebter als es jemals der Fall war, denn Europa bedurfte des Getreides der Fürſtenthümer.

Als die Ruſſen die Sulinamündung verlaſſen hatten, welche nun auch von den Alliirten nicht mehr beſetzt wurde, war das Donaudelta herrenlos geworden; es herrſchte dort eine vollſtändige Anarchie, die Schiffe waren ohne Beiſtand; es bildete ſich an der Sulina eine Bande von mehreren tauſenden von Individuen des Abſchaums aller Nazionen, welche weder Ordnung noch Geſetz kannten und es ſich zum Gewerbe machten, die Schifffahrenden zu berauben. Mord und Diebſtahl, Verbrechen und Unordnung waren an der Tagesordnung, die Vortheile der Schifffahrt waren auf Nichts herabgeſunken und die Aufhebung des Blokadezuſtandes war ohne reellen Nutzen.

Dieſem unſeligen Zuſtande machte die öſterreichiſche Regierung dadurch ein Ende, daß ſie bei dem Mangel einer territorialen Autorität thatſächlich das Regiment an der Sulina in der alleinigen Abſicht übernahm, die Schifffahrt an der untern Donau bis zu demjenigen Zeitpunkte möglich zu machen, in welchem das Delta von der durch den pariſer Frieden beſtimmten Macht in Beſitz genommen ſein würde.

Unter Oeſterreichs Auſpicien wurde der regelmäßige Dienſt auf dem Leuchtthurm der Sulina wiederhergeſtellt, der Uebergang über die an der Mündung liegende Barre wurde durch Bojen bezeichnet und den größten Uebelſtänden dadurch abgeholfen, daß man den Dienſt der Lootſen und der Patrone der Lichterſchiffe regulirte und die übertriebenen Forderungen derſelben reducirte. Ein Hafencapitaine wacht über die Sicherheit und die Aufrechthaltung der Ordnung; er gleicht die Differenzen zwiſchen den Schiffspatronen und den Mannſchaften aus, und ſteht bei Schiffbrüchen und Strandungen, welche leider nur zu oft vorkommen, den Unglücklichen bei. Die Bewohner von Sulina ſind jetzt disciplinirt und zu einer Gemeinde verbunden; ein Militairdetachement und ein dort ſtazionirtes Kriegsſchiff geben den erlaſſenen Verordnungen Nachdruck.

Dieſen flußpolizeilichen Anordnungen hat man es zu danken, daß ſeit dem Sommer 1855 tauſende von Schiffen aller Flaggen die gefürchtete Durchfahrt der Sulina ohne andere Schwierigkeiten als die mit der Natur der Barre verbundenen paſſiren konnten. Auf dieſe Erfolge allein wollte aber Oeſterreichs Regierung ſeine Sorgfalt nicht beſchränken; ſie wollte die Autorität, die ſie, wenn gleich nur tranſitoriſch an der Sulina ausübte, zum Vortheil der Schifffahrt benützen, und man verſuchte daher die Arbeiten wieder aufzunehmen, durch welche die Pforte ehemals die Sulinamündung offen zu erhalten wußte.

Digitized by Google

Der Grund der Barre wurde mit Schlepprechen und schweren durch das Fahrwasser gezogenen Ketten aufgelockert; diejenigen Wracks, welche die Passage am meisten behinderten, wurden gesprengt, und in Uebereinstimmung mit der ottomanischen Regierung wurde mittelst einer starken Baggermaschine eine regelmäßige Austiefung vorgenommen. Das Resultat dieser Bestrebungen war, daß über der Barre ein Fahrwasser von 10 Fuß Tiefe hergestellt wurde, welche im Jahre 1855 nur beiläufig 7 Fuß betrug.

Nach der ganzen Ausdehnung der Barre, so wie im Sulinakanale selbst wurden die sorgfältigsten Peilungen vorgenommen; eine Specialkommission unter der Leitung des Obristlieutenants Hrn. Ghilain untersuchte den bis dahin noch wenig bekannten St. Georgskanal und dessen Ausmündung, und nahm in demselben genaue Messungen vor. Von Seiten des Ministeriums der öffentlichen Bauten wurde Referent an Ort und Stelle gesandt, um die physischen Schiffahrtshindernisse an den Donaumündungen zu untersuchen und die zur Beseitigung derselben auszuführenden Bauten anzugeben. Das Resultat dieser Untersuchungen ist die nachstehende Abhandlung, welche mit Genehmigung des hohen Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Bauten in diesen Blättern mitgetheilt wird, so weit es für dieselben geeignet ist.

Die Stromschnellen und Wasserstürze über sieben Felsenbänke oberhalb Orsova und am sogenannten eisernen Thore, welche nur bei höheren Wasserständen und zwar jedesmal nur mit Gefahr beschifft werden können, sind unstreitig die größten Schiffahrtshindernisse im ganzen Laufe des Donaustromes und bilden eine bemerkenswerthe Abtheilung der oberen von der untern Donau in Bezug auf das Gefälle und die Schiffbarkeit derselben.

Vom eisernen Thore abwärts bis zur Stadt Tultscha ist nämlich der Donaustrom in der Länge von 110 österr. Meilen eine der schönsten Wasserstraßen in Europa, indem derselbe auch während der kleinsten Wasserstände durchgehends eine hinreichende Breite und Tiefe für Segelschiffe besitzt, und weil in dieser ganzen Strecke nicht ein einziges Schifffahrtshinderniß vorkommt.

Die unterste 30 Meilen lange Donaustromstrecke wird auch schon von tiefgehenden Seeschiffen lebhaft befahren, denn nach den erhaltenen Mittheilungen sollen jährlich im Durchschnitte 2500 Seeschiffe mit circa 375000 Tonnengehalt in den Handelsstädten Brailа, Galatz, Renie, Ismail und Tultscha verkehren.

Fünftausend Klafter oberhalb Tultscha theilt sich der Donaustrom in zwei Arme, (Blatt **96**) wovon der linksseitige kleinere Arm von circa 120° Breite weiter abwärts sich in mehrere Rinnsäle spaltet und bei Kilia in das schwarze Meer ergießt. Diesen Donauarm konnte ich im April 1856 nicht untersuchen, weil damals das kais. russische Militär jene Gegend noch besetzt hielt und die Besichtigung des genannten Stromarmes nicht gestattet war. Aus den von der kaiserl. russischen Regierung veranlaßten Aufnahmen des Donaustromes ist jedoch ersichtlich, daß der Kiliaarm an der Ausmündung sehr ausgedehnte Sandablagerungen und Bänke hat, zwischen welchen das Wasser fächerartig in fünf kleinen seichten Rinnsälen sich ins Meer ergießt, welche von Seeschiffen nicht befahren werden können (S. 97).

Gleich unmittelbar bei Tultscha bildet ein vom rechten Ufer auf circa 60° Länge senkrecht in das Strombett vorspringendes Felsenriff, wie solches auf der Planskizze (Blatt **97**) angedeutet erscheint, das erste bedeutende Schifffahrtshinderniß, indem die Segelschiffe nur bei einer sehr günstigen Windrichtung bei der Thal- und Bergfahrt ohne Gefahr vorbeisteuern können, daher sehr häufig auch mehrere Tage auf das Eintreten eines solchen Windes warten müssen.

Nachdem das fragliche Felsenriff mit dem Ufer in Verbindung steht und ein großer Theil desselben über den niedrigsten Wasserspiegel vorragt, so wäre die Wegsprengung desselben bis auf die erforderliche Fahrtiefe von 16 Fuß mit keinen besonderen Schwierigkeiten verbunden und dürfte nur einen Aufwand von beiläufig 40000 Fl. in Anspruch nehmen.

Eine Meile unterhalb Tultscha läßt vom Donaustrome auf der linken Uferseite ein 50 bis 80° breiter Arm aus, welcher der Sulinakanal genannt wird, wogegen die eigentliche Donau in südöstlicher Richtung ihren Lauf fortsetzt (Situazionsplan Blatt **96**).

Von den beiden Stromarmen wird die St. Ge-

Digitized by Google

orgsinsel eingeschlossen, weßhalb der südliche Arm öfters auch der St. Georgskanal genannt wird.

Nachdem gegenwärtig die Schifffahrt ausschließlich nur auf dem Sulinakanale stattfindet, so werde ich zuerst die Schifffahrtsverhältnisse in diesem Kanale und an der Ausmündung desselben ins schwarze Meer näher beschreiben.

1. Aus der vom k. k. Obristlieutenant von Ghilain im Oktober und November 1855 aufgenommenen Situazion der Ausäſung des Sulinakanals aus dem Donaustreme (Blatt **96**) ist ersichtlich, daß solche unter einer äußerst scharfen, sogar stromaufwärts gerichteten Krümmung erfolgt, worauf unmittelbar mehrere starke Serpentinen im Kanale folgen.

Wegen dieser höchst ungünstigen Ausäſung können die Segelschiffe nur bei bestimmten Windrichtungen aus der Donau in den Kanal, und auch aus dem Kanale in die Donau einfahren, auf welchen günstigen Wind die Schiffe oft mehrere Tage warten müssen und sich daher daselbst anhäufen.

Da ferner an der linksseitigen Landspitze der Stromtheilung, woselbst das tiefere Fahrwasser ist, ein gesunkenes Schiffswrack liegt, wegegen am rechten Ufer sich eine Sandbank weit in den Strom hineinzieht, so verblieb nur eine schmale gekrümmte Fahrrinne, welche von Segelschiffen auch bei genauer Kenntniß der letzteren und Beobachtung aller Vorsichten selbst bei sehr günstiger Windrichtung jedesmal nur mit Gefahr passirt werden kann.

Auf meiner Rückreise mit dem Lloyd-Dampfschiffe am 24. April 1856 waren ein Segelschiff auf das linksseitige Wrack und zwei andere Schiffe auf der Sandbank aufgefahren, so daß das Dampfschiff nur mit großer Gefahr hindurchfahren konnte.

Es ist also schon an der Ausäſung des Sulina-Kanals aus dem Donaustrome ein sehr gefährliches Schifffahrtshinderniß vorhanden und dessen radikale Beseitigung um so schwieriger, weil diese naturwidrige Stromtheilung nur mittelst Aushebung eines eigenen, mindestens 500° langen, 20° breiten und 15' tiefen Durchstiches ab beseitigt werden kann, dessen Ausführung einen Kostenaufwand von circa 180000 Fl. K. M. in Anspruch nehmen dürfte.

2. Der Sulinakanal durchzieht das Donaudelta (eine unabsehbare, von vielen Rinnsälen durchzogene Meeresfläche von beiläufig 40 Quadratmeilen) nach der mittleren Längenachse, und der Lauf dieses Kanals, dessen Breiten zwischen 40 bis 80° wechseln, bildet auf seiner ganzen Länge von circa 11 österreichischen Meilen vielfältige, wiederkehrende und meistens sehr scharfe Krümmungen.

In diesen können die Segelschiffe bei dem schmalen Fahrwasser nur selten mit einem günstigen Winde zu Berg oder zu Thal fahren, sondern müssen an diesen Stellen anhalten und entweder durch die ans Ufer gesetzten Matrosen sich hinaufziehen lassen, oder aber an Tauen, welche über den ganzen Kanal bis an das entgegengesetzte Ufer reichen und dort an eingeschlagenen Pfählen befestigt werden, sich aufwinden.

Daß bei einer so lebhaften Schifffahrt wie solche auf dem Sulinakanale besonders während der Herbstmonate stattfindet, die Ansammlung der Schiffe an den vielen Wendungen und die Spannung der Taue große Hemmungen und Gefahren der Schifffahrt bereiten, ist einleuchtend.

Diesem Uebelstande kann leider nicht leicht abgeholfen werden, weil die Ausführung der Durchstiche an den vielen scharfen Wendungen wegen der sehr geringen Geschwindigkeit der Strömung von 1 bis 1'/4' pr. Sekunde, dann wegen des filzigen Torfbodens, endlich wegen der Unthunlichkeit, die Schifffahrt durch eine längere Zeit zu unterbrechen, ein höchst schwieriges, zeitraubendes und kostspieliges Unternehmen wäre. Hiebei muß ich bemerken, daß mir während der zweimaligen Befahrung des Sulinakanals die Krümmungen desselben um vieles größer, zahlreicher und schärfer vorgekommen sind, als solche in den bisherigen Karten eingezeichnet erscheinen, daher es wahrscheinlich ist, daß diese Karten nur Aufnahmen à la vue enthalten.

Um jedoch die Kosten für die Abbauung der nachtheiligen Stromkrümmungen im Sulinakanale wenigstens approximativ berechnen zu können, habe ich die Länge der auszuführenden Durchstiche nach den im Plane (Blatt **96**) eingezeichneten Tracen be, de, fg, hi vorläufig mit 10000 Klaftern, ihre Breite mit 20° und die Tiefe mit 15 Schuh angenommen, und hiernach den erforderlichen Bauaufwand mit 3400000 Fl. K. M. ermittelt.

Diese Durchstiche dürften jedoch nur nach und nach und mit der größten Vorsicht ausgeführt werden, weil es möglich wäre, daß in Folge der hiedurch gesteigerten Geschwindigkeit der Wasserströmung die ohnehin

Digitized by Google

sehr geringe Wassertiefe im Kanale noch vermindert, mithin ein noch weit größeres Schifffahrtshinderniß hervorgerufen werden könnte.

3. Die mittlere Tiefe im Sulinakanale beträgt zwar bei 18 bis 20 Fuß, jedoch sind an 5 Stellen dieses Kanals kürzere Strecken vorhanden, welche oftmals nur eine Fahrtiefe von 9 bis 12 Fuß haben, daher die größeren Kauffahrteischiffe schon vor dem Einfahren in den Sulinakanal einen Theil ihrer Ladung auf Lichterschiffe geben müssen, was natürlich den Transport bedeutend verzögert, vertheuert und sehr häufig auch der Waare selbst beim Umladen Nachtheil bringt.

Unter den vorerwähnten Stromseichten haben die beiden Argagni (in den Punkten A u. B des Situationsplanes auf Blatt **96**) die geringsten Wassertiefen, und zwar aus dem Grunde, weil in Folge der Ausleitung des Wassers in den Paradia-Seitenarm und der Ausbreitung desselben in dem zu weiten Kanalbette die Hochwässer an Kraft verlieren und den mitführenden Sand liegen lassen.

Wenn der genannte Seitenarm (Planskizze Blatt **97** Fig. 2) abgedämmt, das zu breite Kanalbett durch Buhnen oder Parallelwerke eingeengt, und endlich die festgewordenen Sandbänke auf die gewünschte Fahrtiefe ausgebaggert werden, so ist es wahrscheinlich, daß dieselben sich nicht wieder bilden. Auf diese Art können auch die drei übrigen Stromseichten im Sulinakanale beseitiget werden, und ich habe die approximativen Auslagen für diese Arbeiten auf 70000 Fl. veranschlagt.

4. Außer den vorerwähnten Schifffahrtshindernissen liegen im Sulinakanale noch bei 15 gesunkene Schiffe (Wracks), welche die Schifffahrt gefährden, indem mehrere hievon fast in der Mitte des ohnehin schmalen Fahrwassers liegen, daher solche aufgesprengt und herausgeschafft werden müßten, was einen Kostenaufwand von circa 30000 Fl. erheischen dürfte. Wegen der vorerwähnten Hindernisse bringt ein Segelschiff auf der 24 Meilen langen Stromstrecke zwischen Galatz und der Sulina-Mündung bei ungünstiger Windrichtung oft 10 bis 30 Tage unterwegs zu, wogegen dasselbe Schiff bei einem günstigen Winde diesen Weg in 1 bis 3 Tagen zurücklegen kann.

5. An der Ausmündung des Sulinakanals ins schwarze Meer besteht das letzte, aber auch das größte Schifffahrtshinderniß, daher ich hier mit Beziehung auf den im Jahre 1856 neu aufgenommenen Situazions- und Profilplan (Blatt **96**) eine ausführlichere Beschreibung dieser Donaumündung vorausschicken will.

Die von West nach Ost gerichtete Mündung des Sulinakanals, welche zugleich als Hafen dient, erweitert sich auf 100 bis 200°, die Wassertiefen in derselben nehmen bis 36' zu, und die in der letzten Strecke des Kanals kaum 6'' hoch über dem Wasserspiegel vorragenden versumpften Ufer wurden unmittelbar an der Mündung von dem durch die Meereswogen herausgeworfenen Sande auf beiläufig 2' erhöht. Auf diesem 20 bis 80° breiten rechtseitigen Sandufersteifen zwischen dem Kanale und dem unzugänglichen Moraste liegt die Kolonie von Sulina, welche aus einigen hundert hölzernen Baracken besteht und meistens nur von griechischen Matrosen und sonstigen Abenteurern bewohnt wird.

Wegen der längs der Westküste des schwarzen Meeres bestehenden Litoralströmung von Nord nach Süd, dann in Folge der daselbst vorherrschenden Nord-Ostwinde wird der am Meeresgrunde aufgewühlte, wie auch der vom Donaustrome herbeigeführte Sand und Schlamm größtentheils südlich von der Mündung abgelagert, und dies ist auch der Grund, daß das südliche Ufer bereits um 500° weiter als das nördliche ins Meer vortritt, dann, daß die größeren Meerestiefen, wie solches die durch Sondirungen aufgefundenen und im Situazionsplane eingezeichneten Horizontalschichten des Grundbettes ersichtlich machen, weit näher am nördlichen Ufer liegen, daher auch die Schiffe den ziemlich guten Ankergrund oberhalb des nördlichen Ufers als Rhede benützen.

Zwischen dem bei 100° breiten und bis 36' tiefen Fahrwasser in der Sulinamündung und dem eigentlichen Meeresbecken hat sich gegenüber der vorragenden südlichen Uferecke eine beiläufig 200° breite Sandbarre abgelagert, deren obere tiefste Rückeneinsattlung oft nur 8 bis 9' unter dem Meeresspiegel liegt und hierdurch das Ein- und Auslaufen beladener Seeschiffe, welche eine Tauchung von 14 bis 16' haben, unmöglich macht.

Die aus dem schwarzen Meere ankommenden Schiffe müssen daher meistens auf der Rhede vor Anker gehen, daselbst oft mehrere Tage auf den Eintritt eines zur Einfahrt günstigen sanften Ostwindes warten, und dann erst nach Ueberbordwerfung des ganzen Ballastes unter der Führung eines mit der schmalen, mehrfach ge-

Digitized by Google

Fig. 1.

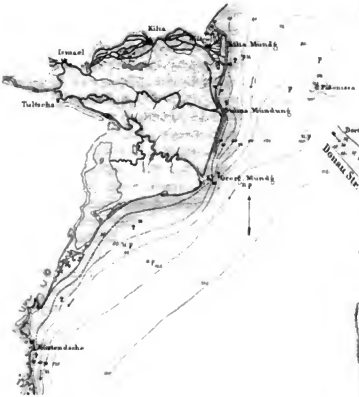
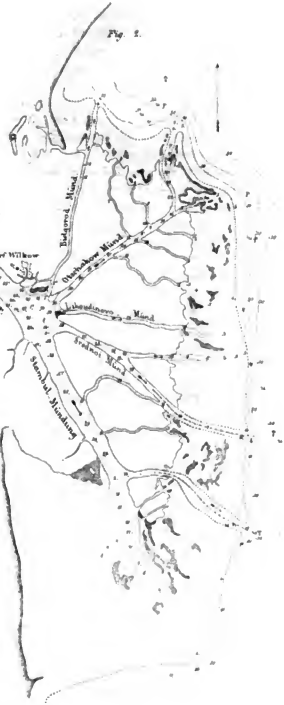


Fig. 2.



Grenze der Unfahrbarkeit
Linie der gleichen Tiefe
Richtung des Fahrwassers
u Schlamm
p Muschel
n Sand

n geogr. Meilen zu Fig. 1

4 Fig. im Bauzeitung 1857

Digitized by Google

krümmten und nur mittelst zweier ausgesteckten Bojen markirten Fahrrinne wohl vertrauten Lootsen die Ueberfahrt über die verhängnißvolle Barre wagen. Wenn bei dieser Fahrt der sanfte Ost- in einen etwas stärkeren Nordwind überspringt, was im schwarzen Meere nicht selten eintritt, so wird das Schiff selbst bei der besten Führung auf die südlichen Sandbänke getrieben und ist unrettbar verloren.

Die aus der Donau meistens mit Getreide beladen in Sulina ankommenden Schiffe müssen im Hafen daselbst oft mehrere Wochen warten, bis es denselben gelingt, ihre Waare auf Lichterbarken zu überladen, um dann beim Eintritte eines leichten Westwindes (Landbrise) die Ueberfahrt über die Barre zu bewerkstelligen.

Ist diese gelungen, so müssen alle diese Schiffe auf der Rhede hart an den Untiefen erst vor Anker gehen und dort die Lichterfahrzeuge erwarten, um von denselben ihre Waare wieder zu übernehmen. Diese Zeit des Wartens und Ueberladens auf der Rhede ist für die Schiffe die gefährlichste, weil dieselben in diesem un- oder nur halbbeladenen Zustande ihren Halt und ihre Lenkbarkeit verlieren, daher bei den so häufig eintretenden Nordoststürmen auf die südlichen Sandbänke getrieben werden.

Um die Größe der Kalamitäten an der Sulinamündung gehörig zu würdigen, muß ich noch anführen, daß in den Handelsstädten an der Donau die eigentlichen größeren Getreideverladungen und Verschiffungen stromabwärts erst im Herbste beginnen und daß, so lange vor dem Eintritte der Aequinokzialstürme das Wetter gut, die See ruhig und daher die Passage über die Barre nicht gefährlich ist, was man dort einen Bogaso nennt, die Ausfahrt aus der Sulinamündung, wenn auch mühsam und kostspielig, doch ziemlich rasch von Statten geht, weil dort bei 300 Lichterbarken zu Gebote stehen. Allein je mehr die Jahreszeit vorrückt, desto seltener wird der Bogaso, desto mehr stauen sich die von Braila und Galatz täglich ankommenden Schiffe in der engen Sulinamündung, desto ärger wird die Bedrängniß, indem jeder Schiffskapitan in der täglich steigenden Besorgniß, von den Aequinokzialstürmen oder gar vom Winter überrascht zu werden, zuerst die Lichterbarken aufzunehmen und über die Barre zu kommen sucht.

Solche Tage der Schifferbedrängniß sind die Zeiten der goldenen Ernte für die Sulinoten; da jedes größere Schiff über 7' Tiefgang 2 bis 4 Lichterbarken, Verstärkungsmannschaft, dann Arbeiter für die Aus- und Einladung dies- und jenseits der Barre benöthigt, werden die Preise für Lichtung und Taglohn ins Fabelhafte gesteigert. Nicht genug an dem, daß die Schiffspatrone in solchen Zeiten den Arbeitern und Barkenführern einen Taglohn von 3 Dukaten, an Tagen des Bogaso sogar 5 Dukaten, dann an Leichtung 2 bis 8 Fl. K. M. pr. Tonne, also für ein größeres Kauffahrteischiff über 2000 Fl. K. M. bezahlen müssen, werden dieselben auch noch von den Besitzern der Lichterbarken, welche vor der Getreideeinladung in ihrem Schiffsraume versteckte Kammern anbringen, auf die unverschämteste Art betrogen, wobei nicht selten auch das Getreide in Folge des Naßwerdens während des Aus- und Einladens verdorben wird.

Der k. k. österr. Generalkonsul zu Konstantinopel, Herr F. C. Becke, hat über die von ihm in der Sulinamündung erlebten Vorgänge nachstehende interessante Schilderung geliefert.

„Als der Gefertigte am 22ten November 1855 in Sulina eintraf, war durch 34 Tage fortwährend schlechtes Wetter gewesen, so daß kein einziges Schiff auslaufen konnte. Aber es lagen auch mehr als 700 Seeschiffe nebst 300 Lichterschiffen nebeneinander im engen Sulinakanale zusammengedrängt; ein Mastenwald, durch welchen sich unser Dampfer während zwei voller Stunden durchwinden mußte, ehe er die Ostspitze von Sulina erreichte."

„Es fügte sich, daß am selben Tage unserer Ankunft ruhige See, ein Bogas mit sanfter Landbeise eintrat, so daß wir eines der interessantesten Seestücke vor uns hatten. So viele Schiffe, die während des langen unfreiwilligen Haltes ihre Ladungen an die Leichter abgegeben hatten, wollten nun alle auf einmal hinaus; je nachdem sie sich von ihrem Ankerplatze losmachen konnten, ließen sie sich durch ihre Boote herausbugsiren, ihnen voran, nebenan, durchgleitend, nachfolgend, die 300 Lichterschiffe, elende Fahrzeuge mit halbem Mastwerk, wirrer Takellage, kaum seehältig, mit mehr als Bassermann'schen Gestalten bemannt. Kaum hatte ein Schiff einige Faden vorwärts gemacht, so stieß es an ein anderes, die nachfolgenden bildeten einen Knäuel, der sich unter Toben und Schreien der Leute mühsam auflöste, um sich einige Klafter weiter wieder neu zu formiren. Die hinaustreibenden Seeschiffe wurden durch die zurückkehrenden Barken aufgehalten, an der Barre selbst fuhr ein

Digitized by Google

Schiff auf und hemmte für Stunden den Durchgang; der Oberpilote an der Barre zwischen beiden Bojen, der Hafenkapitän im Hafen, mühten sich vergebens ab, in das wirre Getreibe einige Ordnung zu bringen. Das ganze Bild war seewärts eingerahmt durch den lichten Meeresstreifen, den die verhängnißvolle Barre bildet, über welche hie und da 17 Schiffwracks als warnende Wahrzeichen emporragten."

„Auf diese Weise sind am 22. und 23. November nach der Schätzung des Hafenkapitäns bei 80 Seeschiffe über die Barre gelangt; am 24. November machte ein frischer Nordost dem Bogas ein Ende, die Nacht darauf verstärkte sich der Wind zum Sturme, und von jenen 80 Schiffen sind an der äußern Rhede 28 untergegangen, von 200 Personen der Bemannung sollen nur 70 das Leben gerettet haben." —

In Folge ähnlicher sich fast jährlich wiederholender Katastrophen ist die Sulinamündung in einem Halbkreise von 2000° Radius mit einer Unzahl gestrandeter Schiffe bedeckt, deren Borde und Masten grauenerregend aus den tosenden Wogen vorragen, bis selbe theils gebrochen, theils vermorscht sich gefahrdrohend auf den seichten Meeresgrund lagern, ohne daß ihr Verschwinden vermißt wird, weil stets neue Wracks zuwachsen, so daß die äußere Rhede der Sulinamündung im strengsten Sinne des Wortes einem unabsehbaren Friedhofe gleicht.

Aus den vorstehenden Schilderungen kann man ersehen, mit welchen verschiedenartigen Schwierigkeiten, Hindernissen, Verlusten und Gefahren die Schifffahrt an der Sulinamündung gegenwärtig zu kämpfen hat, und nur der verhältnißmäßig sehr geringe Preis des Getreides in den Donaufürstenthümern, ja zuweilen die drohende Hungersnoth in dem westlichen Theile von Europa, bewegt die Schiffseigenthümer, allen diesen Verlusten und Gefahren sich aussetzend, in die Donaumündung einzufahren. —

Bevor ich die Anträge zur Beseitigung der vorbeschriebenen Kalamitäten an der Sulinamündung bespreche, glaube ich über die ursprünglichen Schifffahrts-Verhältnisse an der Donaumündung und die nachträgliche Verschlimmerung derselben einige geschichtliche Notizen und Wahrnehmungen hier mittheilen zu sollen, da man hierin wesentliche Anhaltspunkte zur richtigen Beurtheilung der gegenwärtigen Zustände und zur Wahl zweckentsprechender Abhilfsmittel findet.

Laut den gepflogenen Erhebungen wurde in früherer Zeit die Schifffahrt ausschließlich nur auf dem 180 bis 300° breiten und durchgehends über 20 bis 70′ tiefen südlichen Donauarme oder dem eigentlichen Hauptstrome betrieben, da auch an der Ausmündung desselben ins schwarze Meer eine hinreichende Tiefe vorhanden war; allein vor beiläufig 60 Jahren wurde in Folge eines ungewöhnlichen Donauhochwassers und gleichzeitigen Seesturmes diese Ausmündung der Donau (auch die St. Georgsmündung genannt) stark versandet und in 3 Arme getheilt, wodurch das Einlaufen der Seeschiffe unmöglich wurde.

Weil die Schiffer nach jener Katastrophe an der Ausmündung des Sulinakanals ein tieferes Fahrwasser vorfanden, fuhren dieselben in diesen Kanal ein, und seit jener Zeit beschränkt sich der Schifffahrtsbetrieb auf diesen Donauarm, weßhalb derselbe fast in ganz Europa irrigerweise für den eigentlichen Hauptstrom gehalten wurde.

Aus den Nachweisungen des Grafen von Ficquelmont in seiner Brochure „Zum künftigen Frieden," dann aus den in loco gepflogenen genauen Erhebungen habe ich die Ueberzeugung gewonnen, daß während der Zeit, als der Sulinakanal und seine Ausmündung zum Osmanenreiche gehörte, die Türken theils durch Einengung des Fahrwassers in der Mündung mittelst Pallisaden, theils durch häufiges Aufscharren der Barre mit schweren eisernen Rechen die Tiefe des Fahrwassers über derselben jederzeit auf 12 bis 16 Fuß zu erhalten bemüht waren, da die dringende Nothwendigkeit einer gesicherten Verbindung ihrer vielen wichtigen Handelsstädte an der Donau mit Konstantinopel die Türken zur Durchführung der erwähnten Vertiefungsarbeiten gezwungen hatte.

Nach erfolgter Abtretung der Donaumündungen an das russische Reich trat gerade das entgegengesetzte Verhältniß ein, weil es im Interesse Rußlands war, die Schifffahrt auf dem Donaustrome zu erschweren, um die Rheder zu zwingen, nicht nach Braila oder Galatz, sondern nach Odessa zu fahren und daselbst das Getreide von den Russen zu höheren Preisen anzukaufen.

Von den in Sulina aufgestellten russischen Beamten wurden die ein- und auslaufenden Schiffe, welche ohnehin schon mit den vorbeschriebenen natürlichen Hindernissen und Gefahren im Uebermaße zu kämpfen hatten, auch noch secirt und während der Fahrt im

Digitized by Google

Sulinakanale theils durch das erlassene Verbot des Schiffziehens auf dem etwas trockeneren linkseitigen Ufer, theils durch die brutalen Behandlungen der daselbst am Ufer alle 700° aufgestellten Kosaken-Wachtposten behindert und verzögert, daher die Schifffahrt aus dem schwarzen Meere in die Donau nicht gedeihen konnte.

Im Jahre 1839 hatte sich eine Akziengesellschaft von triestiner und galatzer Kaufleuten zur Vornahme der Reinigung, Vertiefung und vollständigen Schiffbarmachung der Sulinamündung gebildet; allein die kaiserlich russische Regierung hat das Inslebentreten dieser Gesellschaft nicht gestattet.

Um die Schifffahrt von den vorerwähnten Plackereien und Hindernissen zu befreien, schloß endlich die k. k. österreichische Regierung, obwohl die Anzahl der österreichischen Schiffe nur beiläufig 1/, und ihr Tonnengehalt circa 1/, von der Gesammtzahl der nach der Donaumündung jährlich verkehrenden Schiffe beträgt, unterm 10. September 1840 mit Rußland eine Donauschifffahrts-Konvenzion auf 10 Jahre ab, in welcher Rußland die volle Freiheit für die Schifffahrt, Abstellung aller Zoll- und sonstigen Durchfahrts-Abgaben, Gestattung des Schiffziehens an beiden Ufern, Errichtung eines Leuchtthurmes an der Mündung und die Herstellung einer hinreichenden Fahrwassertiefe über der Barre zusicherte, dagegen von Seiten Oesterreichs zugestanden wurde, daß nach vollständiger Durchführung der obigen Maßregeln von jedem österreichischen Schiffe für die Beleuchtung des Leuchtthurmes 1 Dukaten, und wenn selbes über die ausgetiefte Barre mit voller Ladung segeln kann, hiefür 2 Dukaten in Gold eingehoben werde.

In Folge dieser Konvenzion erbaute die russische Regierung einen 80' hohen Leuchtthurm und schickte auch einen Dampfbagger an die Sulinamündung; der letztere verdarb jedoch gleich in den ersten Tagen seiner Verwendung und wurde nie mehr weder reparirt noch in Betrieb gesetzt.

Ungeachtet also von Seite Rußlands an der Austiefung der Barre nicht gearbeitet und die eingegangene Verpflichtung nicht eingehalten worden ist, wurden doch die österreichischen Schiffe gezwungen, nicht nur für sich, sondern auch für die aufgenommenen Lichterfahrzeuge die obige Gebühr pr. 3 Dukaten zu entrichten, und so wurde die Fürsorge der österreichischen Regierung wegen Beseitigung der Schifffahrtshindernisse an der Donaumündung noch zu einer größeren Plage für die Schiffe der eigenen Unterthanen.

Erst nach mehrjähriger energischen Verwendung bei der russischen Regierung in St. Petersburg gelang es, einigen Mißbräuchen der russischen Organe und den Plackereien der Schifffahrt im Sulinakanale abzuhelfen; doch die gänzliche Beseitigung derselben, dann die Inangriffnahme irgend welcher Vertiefungsarbeiten an der Barre konnten nicht erwirkt werden, daher auch die Breite und Höhe der Barre immer größer wurde, so daß in den Monaten Juli und August 1845 die Fahrwassertiefe bereits auf 7½' gesunken war und größere Kauffahrteischiffe selbst nach Lichtung der ganzen Ladung in die Sulinamündung nicht mehr einzufahren vermochten.

Durch die vorerwähnten Vorgänge gewann die k. k. österreichische Staatsverwaltung die Ueberzeugung, daß Rußland trotz aller Zusicherungen und Verträge der nicht in ihrem Interesse gelegenen Donauschifffahrt fortwährend Hemmnisse in den Weg zu legen wissen werde, weßhalb auch nach Ablauf der 10 Jahre die Schifffahrts-Konvenzion nicht wieder erneuert und nur in der gänzlichen Entfernung der russischen Grenze von der Donau die Möglichkeit erkannt wurde, die Schifffahrt auf der untern Donau von den bisherigen Hindernissen, Plackereien und Gefahren für die Zukunft zu befreien. —

Nach dieser vorangeschickten geschichtlichen Skizze der früheren Schifffahrtsverhältnisse an der Sulinamündung muß ich hier noch alle Ursachen und Kräfte, welche auf die Entstehung und Bildung der Barre wahrscheinlich einen Einfluß nehmen, näher anführen.

Die vielen in den Donaustrom einmündenden Flüsse und Bäche führen in denselben eine so große Menge Schlamm, aufgelösten Thon und Sand ein, daß das Wasser dieses Stromes insbesondere zur Zeit der Hochwässer mit diesen Erdtheilen sichtlich gemengt und gesättigt ist und solche bis zu seiner Ausmündung ins Meer fortträgt, woselbst das trübe braungelbe Donauwasser 1000 bis 2000 Klafter weit hineinreicht und eine scharf begrenzte Bogenlinie um die Mündung bildet.

Bei einem starken Südwinde fand ich die bogenförmige Ausbreitung des Donauwassers gegen Norden

Digitized by Google

gerichtet, daher auch die Ablagerungen der mitgeführten Sinkſtoffe in nördlicher Richtung erfolgt ſind.

Nach einigen Tagen blies ein ſtarker Nordwind, und es zeigte ſich die Ausbreitung des Donauwaſſers ganz nach Süden, woſelbſt auch die Erdtheile zu Boden ſanken, mit denen das Waſſer geſchwängert war.

Meine Vermuthung geht nun dahin, daß an jener Stelle, wo die Ablagerungen des Donauwaſſers bei der abwechſelnden Einwirkung der Nord- und Südwinde ſich durchkreuzen, d. h. jedesmal erfolgen, die Barre entſteht.

Auf die Barrenbildung dürfte auch die Begegnung der Strömung des Donauwaſſers von Weſt nach Oſt mit der Litoralſtrömung des Meerwaſſers von Nord nach Süd einen weſentlichen Einfluß ausüben, indem in Folge des hiebei unvermeidlichen Verluſtes an der Stoßkraft des Donauwaſſers die vom letzteren mitgeführten Sinkſtoffe zu Boden fallen. Hierdurch wird einerſeits die Lage der Barre in der Diagonale der beiden Strömungen, dann auch die größere Waſſertiefe in der Sulinamündung ſelbſt in Folge der beim Begegnen zweier Strömungen unvermeidlichen Widerſtröme, erklärlich.

Meine vorſtehenden Hypotheſen werden durch die gemachten Beobachtungen beſtätigt, daß die während des Frühjahres und des Sommers eintretenden Hochwäſſer im Donauſtrome den meiſten Sand und Schlamm herbeiführen und auf der Barre ablagern, daher auch die Höhe ihres Rückens während dieſer Zeit wächſt, alſo die Waſſertiefe über der Barre im Herbſte am kleinſten wird. Von den heftigen Meereswogen während der Aequinoktial- und Winterſtürme wird der Sand und Schlamm auf der Barre aufgewühlt und von der Litoralſtrömung fortgetragen, daher die Höhe der erſteren im Winter abnimmt, mithin die Waſſertiefe über der Barre im Frühjahre wieder am größten wird.

Da ferner auch der Standpunkt, die Lage und die Geſtalt der Barre faſt alle Jahre wechſeln, ſo iſt einleuchtend, daß auf die Bildung derſelben nebſt einer konſtanten Urſache (Begegnung des mit Sand und Schlamm geſchwängerten Donauwaſſers mit der Litoralſtrömung) auch eine veränderliche Kraft einwirkt, und dieſe dürfte die während des Frühjahrs und des Sommers vorherrſchende Windrichtung ſein. Weil im ſchwarzen Meere die durch die Ebbe und Fluth entſtehenden unbedeutenden Schwankungen des Seeſpiegels nur eine Höhe von 6 bis 7 Zoll erreichen, dann weil die Strömung des Donauwaſſers an der Ausmündung noch immer $1^1/_2$ bis 2′ pro Sekunde beträgt, und auch die permanente Litoralſtrömung längs der Küſte der Weiterführung der Sinkſtoffe ſehr günſtig iſt, ſo ſind die Verſandungen an der Donauausmündung nicht ſo ſtark, als dies bei andern gleich großen Strömen der Fall iſt, daher auch die Erhaltung der erforderlichen Fahrtiefe keinen ſo großen Schwierigkeiten unterliegen würde als man bisher allgemein geglaubt hatte.

Wenn in der bei 200° langen Sandbarre ein Fahrkanal von 50° Breite mittelſt einer hinreichenden Anzahl ſtarker Ankerboſen ausgeſteckt und hierauf mit 2 Dampfbaggern bis zu einer Tiefe von 16 Fuß ausgetieft würde, ſo glaube ich, daß alsdann die zeitweiſe Nachhülfe mit einem Dampfbagger, ja vielleicht die Ziehung einiger ſchweren Rechen im Fahrkanale vollkommen genügend wäre, um in demſelben für gewöhnlich die gewünſchte Waſſertiefe zu erhalten, wobei jedoch immerhin Fälle eintreten könnten, daß während eines ſtarken anhaltenden Oſtwindes die vertiefte Sohle des Fahrkanals um mehrere Fuß erhöht würde, wo dann eine nochmalige Ausbaggerung derſelben vorgenommen werden müßte.

Nach Ausführung der vor angedeuteten Ausbaggerung würden zwar die Seeſchiffe mit voller Ladung, ohne lichten zu müſſen, in die Sulinamündung ein- und ausfahren können; doch wären die denſelben hiebei drohenden Gefahren noch nicht ganz beſeitigt, da die Schiffe von einem oft plötzlich eintretenden Nordwinde aus dem ſchmalen Fahrwaſſer gegen die Sandbänke an dem vorſpringenden ſüdlichen Ufer getrieben werden könnten.

Dieſe Gefahr ließe ſich nach meiner Anſicht beheben, wenn von der Spitze A des nördlichen (linken) Ufers ein ſtarker Damm AB bis über die Barre hinaus erbaut würde (Fig. 3 Blatt **96**), weil dann die Schiffe während der Ein- und Ausfahrt durch dieſen Damm gegen die Nordwinde vollkommen geſichert wären, da dieſelben nicht ſo ſehr durch den Stoß des Windes auf den oberen Theil der Schiffe, als vielmehr durch die in der Windrichtung ſich fortwälzenden Meereswogen gegen das ſüdliche Ufer getrieben werden.

Digitized by Google

Diesem Damme AB wäre an seinem Ende eine gegen Nord-Osten gerichtete Krümmung aus dem Grunde zu geben, weil alle Schiffe zuerst mehr gegen Norden steuern, um dann mit den herrschenden Nord-Ostwinden in die Sulinamündung sicherer einfahren zu können.

Der erwähnte Damm AB würde noch nachstehende Vortheile gewähren:

a) Die Concentrirung des Stromes und die Vermehrung seiner Kraft zur Fortschaffung der Sand- und Schlammmassen ins offene Meer.

b) Hintanhaltung der Barrenbildung, weil der Damm einerseits die Durchkreuzung der Ablagerungen bei den Nord- und Südwinden aufheben und andererseits den Zusammenstoß des Donauwassers mit der Litoralströmung um vieles weiter ins Meer hinausrücken würde.

c) Beseitigung der Nothwendigkeit für die Schiffe, auf der Rhede und im Sulinahafen vor Anker gehen zu müssen, da selbe alsdann mit voller Ladung auch bei minder günstigen Windrichtungen ein- und auslaufen und sich nöthigenfalls längs des Dammes ziehen lassen können.

Damit der Damm AB den Meeresstürmen und Wogen Widerstand leiste, muß derselbe aus möglichst großen Steinblöcken konstruirt werden, wobei die aus Quadern mit hydraulischem Kalk sorgfältig aufzumauernde Krone mindestens 12′ breit und 6′ hoch über dem Wasserspiegel, ferner die Böschung an der Flußseite wie 1 : 1, jene ander Seeseite dagegen wie 1 : 1½ angelegt werden müßte. Das zum besagten Damme erforderliche Steinmateriale kann an dem ausgedehnten felsigen Gebirge bei Tultscha gebrochen, durch den Sulinakanal herabgeführt und dann in der festgestellten Dammrichtung versenkt werden.

Weil der Sulinakanal an dem linksseitigen Ufer seiner Ausmündung verschlämmt und seicht ist, wodurch die Breite des Hafens bedeutend eingeengt wird, so habe ich in der Verlängerung des Dammes AB die Herstellung eines Uferbeschlächtes AC beantragt, längs welchem theils durch Ausbaggerung, theils durch die verstärkte Strömung eine größere Tiefe wenigstens für kleinere Schiffe erhalten werden kann.

Um den Hafen des Sulinakanals zu erweitern und zu verbessern, dann auch den Zutritt zu den Schiffen zu erleichtern, wären die beiderseitigen Ufer mit Uferbeschlachten zu versehen, dann auch die vielen alten Schiffswracks, welche längs den Ufern versenkt liegen, heraus zu schaffen. Sowohl die Dammverlängerung AC, als auch die beiderseitigen Uferbeschlächte könnten aus $^{30}/_{10}$ zöllig bezimmerten Mann an Mann geschlagenen Pilotenwänden gebildet werden, wozu das Bauholz aus dem, auf der St. Georgsinsel befindlichen Eichenwalde bezogen werden könnte.

Die Ausführung der oben erwähnten Bauherstellungen an der Sulinamündung dürfte bei 750000 Fl. kosten, daher die Gesammtkosten für die Beseitigung der Schifffahrtshinderniße im ganzen Sulinakanale und an der Mündung ein Anlagekapital von circa 4430000 Fl. K. M. in Anspruch nehmen würden, wobei noch überdies für die künftige Erhaltung der Fahrtiefe und aller Bauanlagen, dann für die Ueberwachung und Handhabung der Ordnung im Hafen eine weitere permanente jährliche Auslage von beiläufig 65000 Fl. hinzugerechnet werden müßte.

Aus der vorstehenden Darstellung ergibt sich, daß die Beseitigung der eigentlichen Schifffahrtshinderniße an der Sulinamündung nicht zu den Unmöglichkeiten gehört und auch keiner besonders schwierigen oder kostspieligen Bauwerke erheischt, deren Erfolg noch etwa problematisch wäre, wogegen die unerläßlich nothwendigen Korrektzionen in dem 11 Meilen langen Sulina-Kanale einen weit größeren Zeit- und Kostenaufwand in Anspruch nehmen werden und es dennoch nicht möglich sein wird allen Uebelständen abzuhelfen.

Wenn es auch gelingt, die widernatürliche und höchst gefährliche Ausästung des Sulinakanals und einige seiner am meisten schädlichen scharfen Krümmungen mittelst kostspieliger und sich nur schwer realisirender Durchstiche abzubauen, ferner wenn die 5 Stromseichten durch Baggerung und Bauwerke beseitiget und die gefährlichen Wracks herausgeschafft sein werden, so erhält man alsdann einen noch immer gekrümmten, an vielen Stellen bloß bei 40°, in den projektirten 2′, Meilen langen Durchstichen sogar nur 20° breiten Kanal, in welchem die Segelschiffe nur bei günstigen Windrichtungen fahren und sich schwer ausweichen können, daher selbe noch immer durch Menschen mühsam stromaufwärts gezogen werden müßten und zur Durchfahrung des Kanals oft mehrere Tage benöthigen werden. In dem zu engen Sulinakanale wird es auch nie möglich sein, Schleppschiffe mit Dampfern zu remorquiren, obwohl auf der untern Donau ein Dampfschiff 12 schwer

Digitized by Google

beladene Schleppschiffe hinaufziehen kann, ohne die vorbeifahrenden Segelschiffe zu beirren.

Ob nach Durchführung der proponirten Regulirung des Sulinakanals die erforderliche Fahrtiefe von 15 bis 16 Fuß ohne zeitweise Ausbaggerung einzelner Stellen permanent erhalten werden wird, kann im voraus nicht verbürgt werden.

Obwohl vorauszusetzen ist, daß nach erfolgter Regulirung der Sulinamündung die vielen Lichterschiffe den Sulinahafen verlassen und auch die andern Seeschiffe sich nicht mehr in einer so großen Anzahl anhäufen werden, so ist doch nicht zu läugnen, daß der Flußhafen in Sulina immer viel zu beengt bleiben wird, um den gegenwärtigen gesteigerten Anforderungen einer sichern und bequemen Schifffahrt, dann der Handhabung einer Ordnung im Hafen zu genügen.

Weil die beiderseitigen Ufer der Sulinamündung nur schmale, über das Niveau des Wasserspiegels nur wenig erhöhte, ganz unfruchtbare Sandstreifen sind, hinter welchen sich unabsehbare und unzugängliche Moräste auf viele Meilen ausdehnen, so ist nicht nur die Luft daselbst höchst ungesund, sondern auch das Leben äußerst theuer, da alle Lebensbedürfnisse entweder aus Galatz oder Konstantinopel zugeführt werden müssen.

Unter diesen Umständen ist keine Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß sich an der Sulinamündung erdentliche Kaufleute, Spediteure, Gastwirthe oder sonstige Handwerker ansiedeln und die Kolonie in eine Handelsstadt verwandeln werden. —

Die vorstehend geschilderten höchst ungünstigen Schifffahrtsverhältnisse des Sulinakanals und seiner Ausmündung, welche selbst bei Durchführung aller Korrekzionen nie ganz beseitigt werden können, veranlaßten schon in frühern Jahren die k. k. österr. Regierung, den St. Georgskanal wiederholt untersuchen zu lassen, wobei von den Experten das übereinstimmende Gutachten dahin abgegeben wurde, daß dieser eigentliche Donaustrom für die Schifffahrt weit günstiger als der Sulinakanal wäre, und daß derselbe einzig und allein nur aus dem Grunde in der letzten Zeit nicht benützt wurde, weil wegen der Ansandungen an seiner Mündung die Wassertiefe daselbst noch um 1 bis 2 Fuß geringer als in der Sulina ist.

Laut der vom k. k. Obristlieutenant von Ghilain im Herbste v. J. mit Umsicht und Sachkenntniß bewirkten Aufnahmen und Sondirungen im St. Georgs-Kanale, dann der hierüber erstatteten Relazionen kommt in der ganzen bei 12¼ Meilen langen Donaustromstrecke von der Ausäßung des Sulinakanals bis zur Mündung in das schwarze Meer kein einziges Schifffahrtshinderniß vor, daher die Schifffahrt daselbst sogleich eröffnet werden könnte, wovon man sich auch gegenwärtig bei der Befahrung dieses Stromlaufes am 18 und 19. April 1856 mit dem Dampfschiffe Gallant-bellot die nochmalige Ueberzeugung verschafft hatte.

Das einzige und größte Schifffahrtshinderniß sind die Versandungen an der Ausmündung, welche laut des anliegenden Sondirungsplanes (Blatt 96) sich ziemlich weit in das Meer erstrecken.

Die früheren Herren Experten haben in ihren Gutachten die Ansicht ausgesprochen, daß es wegen der im schwarzen Meere herrschenden Oststürme am zweckmäßigsten wäre, von den drei Armen der St. Georgs-Mündung den zwischen dem rechten Ufer und den beiden Inseln hinziehenden südlichsten Arm für die Ausfahrt der Schiffe zu wählen, denselben zu diesem Zwecke am linken Ufer gegen die See abzudämmen und dann auf die erforderliche Tiefe auszubaggern.

Diesem Antrage glaube ich jedoch aus nachstehenden Gründen nicht beipflichten zu können:

a) Durch die proponirte Abdämmung dieses Ausmündungsarmes GH würde der Stromlauf ohne allen Nutzen um 4000° verlängert werden, und da sich der Wasserspiegel im Punkte G etwas erheben müßte, um für den Abfluß im Kanale GH ein Gefälle zu erhalten, so ist einleuchtend, daß das Donauwasser in den ohnehin tiefern und kürzern nördlichen Arm GJ abströmen würde, wenn derselbe nicht verbaut wäre, welche Sperrung jedoch sehr bedeutende Kosten in Anspruch nehmen und auch Ueberschwemmungsgefahren nach sich ziehen könnte.

b) Die vollständige Ausbaggerung des 4000° langen, bei 100° breiten, gegenwärtig ganz verschlämmten Armes GH würde sehr bedeutende Kosten erheischen und doch keinen Nutzen gewähren, weil die Ausmündung H dieses Kanals gegen Sandbänke und Untiefen gerichtet ist, welche so wie an der Sulinaausmündung im Süden die größte Ausdehnung haben, und diese neue Ausmündung H wäre daher noch immer über 2000° von der

Digitized by Google

Meerestiefe pro 20′ entfernt, daher daselbst ein zweiter Verbindungskanal gegen die See zu, also gegen Osten angelegt werden müßte.

c) Eine ganz nach Süden gerichtete Ausmündung des Donaustromes, wie solche der Arm GH hat, wäre für die Schifffahrt keineswegs zweckmäßig, weil bei den daselbst herrschenden Nordostwinden die Segelschiffe aus der See durch diesen Kanal in die Donau gar nicht einfahren könnten.

Nach reiflicher Erwägung glaube ich, daß es am vortheilhaftesten wäre, den nördlichen Arm GJ der St. Georgsmündung durch die nachstehenden Bauwerke zur Beschiffung geeignet zu machen.

1. Zuerst wäre der 1400° lange Seedamm KL aus großen Steinblöcken bis zur Meerestiefe von 18′ zu erbauen, damit alle ein- und auslaufenden Segelschiffe gegen die herrschenden Nordwinde gesichert und nicht gegen die südlichen Sandbänke getrieben werden.

2. An der Spitze M der Insel wäre ein bei 80° langes Schöpfwerk (Schöpfbuhne) zu erbauen und nach Bedarf zu verlängern, damit ein größerer Theil des Stromwassers in den nördlichen Arm geleitet und hierdurch der theilweise Abbruch der Insel, wie auch die Erweiterung des Armes auf 200° Breite erzielt werde.

3. Es wäre ferner ein Gegendamm NO zu erbauen, damit das Stromwasser in dem Kanale GJ zusammengehalten und hiedurch gezwungen werde, auf die Vertiefung und Reinhaltung desselben zu wirken.

Der obige Gegendamm wäre vorläufig nur in der Länge von circa 1500° herzustellen, und die Wirkung des in dem Kanale GJ concentrirt fließenden Wassers würde dann zeigen, ob eine weitere Verlängerung desselben nothwendig sei.

Weil die zerstörende Wirkung der herrschenden Nordstürme schon durch den sehr solid zu konstruirenden Seedamm KL bereits gebrochen werden wird, die Südwinde dagegen nur selten und nie so heftig wirken, so könnte der Gegendamm NO nur bis zum Niveau des Seespiegels angelegt, in kleineren Dimensionen und auch aus minder großen Steinblöcken erbaut, oder vielleicht auch nur aus dicht geschlagenen Pilotenwänden konstruirt werden.

4. Am linken Ufer des neuen Ausmündungs- und Fahrkanals GJ müßte ein Leuchtthurm erbaut werden, dessen Licht 90 Fuß hoch über dem Meeresspiegel anzubringen wäre, damit dasselbe schon in einer Entfernung von 25 Seemeilen von der Küste sichtbar sei. Ferner wäre auch noch an der Spitze des Dammes KL ein 18′ hoher Kandelaber mit einer Laterne anzubringen, damit die Schiffe bei eintretender Dämmerung oder zur Zeit eines Nebels die Einfahrt in die Mündung leichter finden.

Die Ausführung der vor beantragten Bauobjekte würde einen Kapitalaufwand von circa 1750000 Fl. in Anspruch nehmen. —

Wollte man in der Folge die stärkeren Serpentinen des Donaustromes mittelst der Durchstiche CD, EF und PQ (Fig. 1 Blatt 96) abkürzen und wesentlich zu verbessern, so müßte hiefür abgesondert ein Kostenbetrag von beiläufig 1950000 Fl. in Rechnung gebracht werden, daher die Regulirung des St. Georgskanals sammt der Schiffbarmachung seiner Mündung ein Anlagekanal von 3700000 Fl. erfordern dürfte.

Die künftigen jährlichen Auslagen für die Erhaltung der Bauwerke, für Nachbaggerungen, für die Bedienung des Leuchtthurmes, endlich für die Handhabung der Ordnung im Hafen dürften bei 65000 Fl. K. M. betragen.

Bei genauer Vergleichung des Sulinakanals mit der eigentlichen Donau oder dem St. Georgskanale zeigt sich, daß die Eröffnung des letzteren für die Schifffahrt nachstehende Vortheile gewähren würde:

1. Im Sulinakanale ist das Fahrwasser nur 30 bis 50° breit und 16 bis 20′ tief, wogegen das Fahrwasser des St. Georgskanals eine Breite von 120 bis 200 Klafter und eine durchschnittliche Tiefe von 24 bis 40 Fuß hat, daher die Fahrt auf dem letzteren insbesondere mit Segelschiffen um vieles sicherer, leichter, mithin auch schneller als auf dem Sulinakanale betrieben werden könnte, indem wegen der geringen Breite des Fahrwassers in dem letzteren die Schiffe weder lavieren, noch mit voller Geschwindigkeit fahren können, um die Gefahr eines Zusammenstoßes zu vermeiden.

Ferner würden auf dem St. Georgskanale auch Remorqueurs mit angehängten Schleppschiffen ohne die geringste Beirrung der Segelschiffe fahren können, wogegen im Sulinakanale ein Dampfschiff ganz allein nur mit der größten Vorsicht zwischen den übrigen Segelschiffen sich hindurch winden muß.

2. Der St. Georgskanal würde nach erfolgter Ausführung der drei Durchstiche CD, EF und PQ einen fast ganz geraden und regelmäßigen Lauf nach Süd-Ost erhalten, daher die Segelschiffe bei den daselbst herrschenden Ost- und Nord-Ost-Winden durch die Kraft

Digitized by Google

des Windes stromaufwärts getrieben werden könnten und an keinem Punkte gezwungen wären vor Anker zu gehen oder sich mühsam hinaufziehen zu lassen. Die Ausführung der Durchstiche ist jedoch nicht unbedingt nothwendig, weil die Serpentinen nach größeren Radien gekrümmt sind, daher die Schiffe überall ohne besondere Hilfsmittel sowohl zu Thal als zu Berg fahren können und nur an zwei Punkten bei ungünstiger Windrichtung aufwärts gezogen werden müßten. Dem Sulinakanale könnte selbst nach Durchführung der so schwierigen und kostspieligen Abbauung einiger Serpentinen niemals ein gerader, dieselbe Richtung verfolgender Lauf gegeben werden, daher die Segelschiffe in demselben auch in der Folge nicht bei jeder Windrichtung werden fahren können und sich in einigen Krümmungen werden stromaufwärts ziehen lassen müssen.

3. Nach erfolgter Regulirung würde der Sulina- und der St. Georgskanal fast eine gleiche Länge erhalten; weil jedoch der Hauptverkehr aus der Donau gegen den Bosphorus zu geht, so würden die Schiffe bei der Wahl des St. Georgskanals auf der Hin- und Rückfahrt um 18 Seemeilen weniger zurückzulegen haben und sich daher auf der See eine kürzere Zeit aufhalten.

4. An der Ausmündung des St. Georgskanals ist der Strom 300° breit und hinreichend tief, daher daselbst ein sehr geräumiger, bequemer und sicherer Flußhafen angelegt werden kann, in welchem die Schiffe bei seiner südöstlichen Richtung durch das erhöhte Ufferland gegen die herrschenden Ost- und Nordost-Stürme vollkommen gedeckt wären, wogegen in dem nur 50 bis 70° breiten, nach Osten ganz offenen Hafen des Sulinakanales die Schiffe gegen die Oststürme keinen genügenden Schutz finden.

5. Längs des ganzen St. Georgskanals sind die beiderseitigen Stromufer um vieles höher, trockener, mit Gräsern, Weidengestripp und Bäumen bewachsen, dann auch zur Anlage eines Fahrweges geeignet, daher sich daselbst bereits mehrere Ansiedlungen gebildet haben, welche nach Eröffnung der Schifffahrt sich ganz gewiß noch vermehren, ausdehnen und den Boden kultiviren würden, wogegen zu beiden Seiten des Sulinakanals nur unabsehbare, mit ungesunden Dünsten angefüllte Moraftflächen liegen.

Insbesondere eignet sich das linkseitige Ufer an der St. Georgsmündung, woselbst das Dorf Kebriles liegt, zur Erbauung von Wohngebäuden, Magazinen und sonstigen Handelsetablissements vollkommen, daher sich daselbst in kurzer Zeit Kaufleute, Spediteure und sonstige Gewerbsleute ansiedeln und eine neue Handelsstadt gründen würden.

6. Weil ferner der Eichenwald von Kologorman, als auch die Steinbrüche näher an der St. Georgs- als an der Sulina-Mündung liegen, so wäre die Ausführung aller Wasserbau- und sonstigen Gebäude-Anlagen an der St. Georgsmündung, woselbst auch Handarbeiter leichter und um einen geringeren Taglohn zu haben sind, in einer kürzeren Zeit und mit geringeren Kosten als an der Sulinamündung ermöglicht.

Nach den übereinstimmenden Versicherungen mehrerer glaubwürdigen Handelsleute und Konsule zu Galatz sollen die gesammten Mehrauslagen und Verluste, welche gegenwärtig in Folge der vielfältigen Schwierigkeiten, Unsicherheit und bedeutenden Verzögerung der Schifffahrt durch den Sulinakanal und an seiner Ausmündung, ferner aus Anlaß des häufigen Verderbens der Waarenladungen und des Verunglückens der Schiffe selbst, den Rhedern, Kaufleuten, Producenten und Konsumenten erwachsen, jährlich im Durchschnitte über 3 Millionen Gulden K. M. betragen.

Wenn nach vollständiger Durchführung der beantragten Korrekzionen des Sulina- oder St. Georgskanals die Rheder für die Erreichung aller vorerwähnten Vortheile nur einen Theil von den gegenwärtig für die Lichtung verausgabten Kosten, allenfalls 1 Fl. pro Tonne bei der Ein- oder Ausfahrt in die Donaumündung als Schiffsgebühr entrichten sollten, so würde eine jährliche Einnahme von circa 375000 Fl. hereingebracht, also das Anlagekapital für die Korrekzionsbauten mit beiläufig 7 bis 8½ verzinst und hiebei überdies den mit den untern Donaugegenden verkehrenden Schiffseigenthümern, Kaufleuten, Producenten und Konsumenten ein jährlicher reiner Gewinn von circa 2½ Millionen Gulden geschert, wodurch offenbar nicht nur der Handels- und Schifffahrtsverkehr nach der untern Donau noch mehr belebt, sondern auch die Landeskultur und Civilisazion in jenen Gegenden sehr gefördert werden würde.

Da bei den so häufigen Strandungen der Kauffahrteischiffe an der Sulinamündung jährlich mehrere Personen der Bemannung das Leben einbüßen, so ist die möglichst schleunige Ausführung der beantragten Korrekzionen am Sulina- oder St. Georgskanale nicht nur durch Handels-, sondern auch durch Humanitätsrücksichten dringend geboten.

Digitized by Google

Der k. k. Sektionsrath im Handels-Ministerium, Herr Ritter v. Pasetti, stimmte in seinem über vorstehenden Bericht erstatteten Gutachten mit den darin ausgesprochenen Anträgen bezüglich der Beseitigung der physischen Schifffahrtshindernisse an der Ausmündung der Donau ins schwarze Meer im Wesentlichen überein, und fügte nur in Betreff der Dimensionen, Richtung und Länge der projektirten Dämme folgende Bemerkungen bei:

Die wesentlichsten Bedingungen für Häfen wie die an der Sulina und im St. Georgsarm sind:

1. daß Segelschiffe ohne Schwierigkeiten und ohne Gefahr bei den herrschenden Winden ein- und auslaufen können;

2. daß sie im Hafen stets die gehörige Wassertiefe finden.

Nimmt man nun an, daß diese Wassertiefe 15' unter dem Wasserspiegel des schwarzen Meeres beträgt, so ist es erforderlich, das bei der Mündung ins Meer strömende Wasser der Art zwischen festen Bollwerken einzuschließen, daß die Strömung das Fahrwasser stets auf diese Höhe erhalten kann. Es müssen daher diese Bollwerke bis zu jenem Punkt verlängert werden, wo das Meer eine Tiefe von 15' und möglicherweise eine noch größere Tiefe erreicht. In Betreff der Sulina wird die erste Bedingung durch den von Herrn Wex projektirten nördlichen Damm AB erreicht; um aber der zweiten Bedingung zu genügen, ist nothwendiger Weise ein Gegendamm oder ein südlicher Damm erforderlich, der bis zu dem Punkte U geführt wird, wo sich eine Tiefe von 15' vorfindet. Dieser Punkt U muß dem Norddamme nahe genug liegen, damit die Einengung des Wassers, von welcher die Erreichung der Tiefe im Fahrwasser abhängt, bewirkt werden kann. Diese Wirkung wird aber die projektirte Pfahlwand EFG nicht hervorbringen. Da die Sulina an den Punkten D und E beiläufig 100° breit ist und die Geschwindigkeit des Stromes durch die projektirten Werke nicht sehr vermehrt werden wird, so ist es augenscheinlich, daß die äußerste Spitze der Mündung an der Meeresseite, nämlich beim Punkte U, nicht breiter als 100° sein darf.

Um ferner die Mündung vor den Nordostwinden zu schützen, muß der Norddamm so weit vorgerückt werden, daß die Segelschiffe ihn umfahren und in den Fluß einlaufen können. Damit dieses Manoeuvre weniger gefahrvoll werde, wird die Verlängerung des Norddammes, wie es durch die Buchstaben AMN angedeutet ist, nothwendig. Der südliche Damm ist mit GOH bezeichnet; der Winkel EGO kann im Nothfall ausgefüllt werden.

Um endlich die Dämme AMN und GOH mehr zu verstärken, muß man den dem Meere zugewendeten Theilen größere Dimensionen und sanftere Böschungen (2:1) geben, auch eine Berme von 6' Breite anlegen, welche gerade dort ausgeführt werden muß, wo das Mauerwerk beginnt. Dieselbe Verstärkung wird an der Südseite an dem Ende des Norddammes erforderlich, wo dieser den Südoststürmen ausgesetzt ist. —

Obgleich die Breite von 200° , welche man der St. Georgsmündung an dem Punkte M geben will, für die Schifffahrt hinreichend ist, so dürfte doch kein Grund vorhanden sein, sich darauf zu beschränken und die südliche Abzweigung zwischen den Inseln Cyrnajski und Jelenezuk und dem rechten Ufer offen zu lassen. Es ist freilich wahr, daß dieser Ausfluß der minder bedeutende ist; dennoch strömt durch denselben eine so große Wassermenge, daß man sie wohl in den Hauptkanal leiten sollte, wo sie zur Erreichung einer größern Breite und Tiefe beitragen wird.

Läßt man außerdem die südliche Mündung offen, so setzt man den Ankergrund den südöstlichen Stürmen aus. Es muß daher die südliche Mündung gänzlich geschlossen und dagegen der nördlichen Mündung eine größere Breite gegeben werden, wie es durch die Linie S P Q bezeichnet ist. Aus denselben Gründen, welche bei der Sulinamündung angegeben worden, müßte der Gegendamm S P Q R mit seinem Kopfe R die Tiefe von 15' erreichen und sich dem Norddamme auf eine Entfernung von 280° nähern; der letztere müßte so weit ausgedehnt werden, daß die Linie der beiden Köpfe R und T in der Richtung der herrschenden Winde liegt.

Was die Dimensionen der beiden Dämme und ihre Böschungen betrifft, so gelten hier dieselben Bemerkungen wie bei denen der Sulinamündung.

Durch diese Modifikazionen werden die Anlagekosten ohne Zweifel vermehrt; in demselben Verhältniß werden aber auch die Korrekzionsarbeiten der Sulinamündung bedeutender sein als die an der Georgsmündung, und außerdem werden die ersteren keinen so günstigen Erfolg hervorbringen, denn der Sulinakanal wird immer zu beschränkt und nicht tief genug sein; eine Schleppschifffahrt wird niemals stattfinden können, und wollte man das Kanalbett nach den wirklichen Bedürfnissen der Schifffahrt erweitern und vertiefen, so wären außer den von

Digitized by Google

Herrn Wex vorgeſchlagenen Werken noch andere ſehr bedeutende Arbeiten nothwendig, deren Ausführung eine lange Reihe von Jahren erfordern möchte.

Der St. Georgskanal iſt dagegen unſtreitig der Hauptarm der Donau und führt ein viermal größeres Waſſervolumen als die Sulina; ſeine Ufer ſind höher und kultivirbarer, und werden einmal die vorgeſchlagenen Werke nebſt den angedeuteten Modifikazionen vollendet ſein, ſo iſt in der Hauptſache Alles geſchehen, und nur Nebenarbeiten und Unterhaltungskoſten wären zu berückſichtigen. Endlich werden auch die Arbeiten am St. Georgskanal durch den Umſtand begünſtigt, daß ſie ausgeführt werden können, ohne die Schifffahrt zu behindern, was bei dem Mangel an Raum in der Sulina nicht ſtattfinden kann, denn es würden dort die Arbeiten der Schifffahrt und dieſe wieder den letzteren Störungen darbieten.

Entſchließt man ſich daher ernſtlich zur Abhilfe der an der untern Donau ſtattfindenden Mißverhältniſſe, ſo dürfte man in techniſcher Beziehung über die Wahl der beiden Donauarme zur Beförderung der Schifffahrt nicht in Zweifel ſein.

Der Hof des Palaſtes Real audiencia zu Barcelona.

Nach einer Aufnahme des Architekten Hrn. Erhard.

(Hierzu Blatt 98).

Barcelona, die blühende Hauptſtadt der reichen und induſtriellen Provinz Katalonien, zählt bei 150000 Einwohner, 12000 Häuſer, 90 Kirchen, 30 öffentliche Brunnen, mehrere berühmte Promenaden und bedeutende Bauwerke. Man findet auch noch zahlreiche Ueberreſte von der römiſchen Herrſchaft und mehrere Statuen und Säulen, welche die unter derſelben errichteten Gebäude ſchmückten. Die im gothiſchen Stil erbaute und im Jahre 1217 gegründete Kathedrale entfaltet ein reiches und glänzendes Aeußere, und es heißt, daß die Faßade dieſes Gebäudes im Jahre 1442 durch zwei Meiſter von Köln, Johann und Simon, angelegt ſei. Der Kreuzgang iſt ſehr geräumig und in elegantem Stil ausgeführt. Wegen ihrer Regelmäßigkeit und wegen des hochſtrebenden Baues ihrer drei überwölbten Schiffe iſt die Kirche der heil. Maria vom Meere nach Chapuy die ſchönſte Kirche der Stadt. Auch die Kirchen der alten Klöſter der Barmherzigen, der Franziskaner und Dominikaner ſind geräumig und bedeutend. Die öffentlichen Gebäude und Spitäler ſind nicht minder bemerkenswerth; beſonders anzuführen ſind: das Rathhaus, der Palaſt der Grafen v. Barcelona, der Palaſt der Vicekönige, die Douane, die Börſe, das Schauſpielhaus und der Palaſt der Audiencia, von deſſen Innern wir auf Blatt 98 zwei Anſichten mittheilen.

Dieſes Gebäude, anfänglich unter dem Namen „Hotel der Deputazion“ bekannt, war der Ort, an welchem ſich die Stände Kataloniens verſammelten. Gegenwartig iſt es für die Sitzungen der Tribunale und des königl. Gerichtshofes beſtimmt, wie auch ſein Name andeutet. Hier befinden ſich die berühmten königlichen aragoniſchen Archive, deren Urkunden bis ins achte Jahrhundert zurückgehen; auch ſieht man daſelbſt die Portraits der alten Grafen von Barcelona und der Könige von Aragonien. Das Gebäude wurde im Jahre 1609 begonnen, und ſein Baumeiſter ſoll Peter Blas geweſen ſein. Der länglich viereckige Hof, von dem wir zwei Seiten auf dem Blatte 98 erblicken, gewährt in ſeinem Enſemble ein elegantes Anſehen; beſonders ſind der leichte Bogen, der die Treppe mit ihrem zierlich durchbrochenen Steingeländer trägt, dann die Säulchen an den ſpitzbogigen Arkaden der erſten Etage, und endlich der Stil der zweiten Etage zu bemerken, deren Fenſter mit Stichbogen überwölbt, deren Brüſtung aber mit dreiblätterigen Blindbogen verziert ſind, die auf einem von Konſolen unterbrochenen Geſimſe ruhen, von welchem auch die Fialen zwiſchen den Fenſtern über das Gebäude hinaufſteigen. Die Säulchen der erſten Etage ſind unglaublich dünn und in Gruppen von vier aneinander gewachſen. Auch iſt noch die Eigenthümlichkeit zu bemerken, daß die Arkaden der einen Seite nicht von Grund aus unterſtützt ſind, ſondern auf mächtigen Konſolen ruhen. Die beiden aneinander ſtoßenden Bogen in dem Winkel rechts ſind freitragend, was freilich den angenehmen Effekt nicht macht, den der Baumeiſter damit vielleicht zu erreichen beabſichtigte.

Digitized by Google

Mittheilung über den Stand des Unternehmens der gemeinnützigen Baugesellschaft zu Berlin,

so wie

über die Nutzanwendung der Kostenergebnisse auf sonstige bürgerliche Neubauten.

(Hierzu die Blätter **99—100**).

In Verfolg der im Jahrgange 1850 dieser Zeitschrift aufgenommenen Mittheilungen über den Zweck, die Einrichtung und die Wirksamkeit der berliner gemeinnützigen Baugesellschaft und mit Bezug auf die, seitdem in dem Jahrgange 1856 der Rombergschen Zeitschrift für Baukunst gegebenen Zeichnungen und Erläuterungen von den bis 1854 hergestellten Gesellschaftshäusern, erfolgt nachstehend eine Uebersicht des jetzigen Standes des betreffenden Unternehmens, nebst den Zeichnungen von den in den beiden letzten Jahren ausgeführten Neubauten und den Situazionsplänen von sämmtlichen Grundstücken auf Blatt **99** u. **100**.

Die Gesellschaft besitzt jetzt in 6 verschiedenen Gruppen vertheilt überhaupt 23 Wohnhäuser, 202 Wohnungen und 12 Werkstätten, und 5 besondere Werkstättengebäude mit 15 Werkstätten auf 23 getrennten Grundstücken, und zwar im Einzelnen laut der Situazionspläne:

a auf den 4 Grundstücken in der Ritter- und Brandenburg-Straße = 4 Häuser und 2 Werkstättengebäude mit 49 einzelnen Wohnungen und 9 Werkstätten;

b auf den 6 Grundstücken in der Alexandrinen- und Wasserthor-Straße = 6 Häuser und 1 Werkstättengebäude mit 56 Wohnungen und 9 Werkstätten;

c auf den 3 Grundstücken in der Michaelskirch-Straße = 3 Häuser mit 30 Wohnungen und 1 Werkstatt;

d auf den 3 Grundstücken in der Wallankstraße und am Weinbergswege = 2 Häuser und 2 Werkstätten mit 15 Wohnungen und 1 Werkstatt;

f auf den 2 Grundstücken in der Militairstraße = 2 Häuser mit 20 Wohnungen.

Außerdem gehört ihr noch

g ein Grundstück am Kanalufer auf dem Köpenickerfelde, welches leider noch immer nutzlos liegt, da die Mittel zur Bebauung nicht zu beschaffen gewesen; wogegen ein früher erworbenes, jedoch für die Absichten der Gesellschaft nicht geeignet befundenes bebautes Grundstück in der Bernburger-Straße neuerdings mit Vortheil verkauft worden ist.

In den bis jetzt fertigen 21 Häusern und 5 Werkstättengebäuden ad a, b, c, d und e befinden sich 182 Wohnungen und 27 Werkstätten, welche an 182 Familien, mit 164 Einliegern, vermiethet sind und zusammen von 960 Personen bewohnt werden, wozu in diesem Sommer noch etwa 100 Personen für die noch nicht vermietheten 20 Wohnungen der beiden neuen Häuser sub f. kommen.

Auf den Grundstücken in der Wasserthor-Straße, am Weinbergswege und auf Bremerhöhe sind noch bedeutende Plätze vakant, die bebaut werden können, bis jetzt aber nur als Gärten benutzt werden.

Wenn nun aus dem vorstehenden Nachweise zwar ein Fortschreiten des nicht nur als wohlthätig, sondern auch als zweckmäßig befundenen Unternehmens zu erkennen ist, so erscheint doch das Ergebniß dem Bedürfnisse und dem gemeinnützigen Zwecke durchaus nicht entsprechend und von zu geringem Einflusse auf den Umfang und die Bevölkerung einer großen gewerbreichen Hauptstadt, um den Erwartungen entsprechen zu können, die man nach achtjährigem Bestehen hegen durfte, und man konnte es sich leider schon lange nicht verhehlen, daß ungeachtet der so anerkennungswürdigen als einflußreichen Einwirkung des Prinzen von Preußen als Protektors der Gesellschaft, die Betheiligung am Unternehmen doch da keinen Anklang fand, von wo die Mittel zufließen müssen, und offenbar darum, weil außer dem, für die Zeitverhältnisse niedrigen Zinssatze von höchstens 4 Procent jede Spekulazion davon ausgeschlossen ist, weßhalb die Aktien im öffentlichen Verkehr unter ihrem Werthe bleiben und vor ihrer Amortisazion nur mit bedeutendem Verluste zu Gelde gemacht werden können.

So bedauerlich dies erschien, so konnte man sich doch dem Einflusse der Thatsache nicht entziehen und es wurde der Wunsch rege, den Zinsertrag der Aktien möglichst zu erhöhen, ohne die gemeinnützigen Zwecke ganz bei Seite zu setzen, indem man einerseits die Beschaffung guter Wohnungen für kleine Leute zu möglichst billigen Miethen als Hauptzweck festhielt, an-

Digitized by Google

derseits jedoch die Erwerbung des Eigenthums durch die Miether aufhob und statt dessen die unter die Aktionäre zu vertheilende Dividende von dem Nettoertrage abhängig machte, wodurch dieselbe auf wenigstens 5 Procent gesteigert wird.

Nachdem der verewigte Kaiser Nikolaus von Rußland im Jahre 1852 der Baugesellschaft ein Kapital von 1000 Dukaten geschenkt hatte, welches zu Ehren seiner Gemahlin die Benennung „Alexandrastiftung" führen und zu dem Zwecke verwendet werden sollte, welchen der Protektor der Gesellschaft bestimmen würde, trat bald die Absicht hervor, welche der Prinz ausdrücklich genehmigte, dieses Kapital abgesondert in obigem Sinne anzulegen und eine Aufforderung zur Betheiligung zu erlassen, in deren Folge sich eine kleine Anzahl von gewichtigen Theilnehmern fand, die dazu theils Aktien zeichneten, theils Geschenke zusagten, so daß der Fond sich fast auf 25000 Thaler vermehrte.

Wenn nun auch eine lange Zeit verging, bevor man sich innerhalb des Vorstandes der Baugesellschaft und mit den höchsten Staatsbehörden über die Form einigen konnte, in welcher die vorliegende Absicht mit Rücksicht auf das Statut der Baugesellschaft sich erfüllen ließ, um die Hindernisse zu beseitigen, die der Genehmigung vom Staate im Wege standen, so ist es nunmehr doch endlich gelungen ein geeignetes Statut für eine besondere Aktienbaugesellschaft „Alexandrastiftung" zu vereinbaren, welches unterm 31. Oktober 1856 bestätigt worden ist und wonach der betreffende Fond in dem bezeichneten Sinne verwendet werden, die Verwaltung jedoch in den Händen des Vorstandes der Baugesellschaft unter Zuordnung eines besonderen Ausschusses der Mitglieder der Alexandrastiftung bleiben soll.

Ob und in wie fern die Aussichten, die für diese Stiftung rege gemacht sind, sich verwirklichen werden, muß der Erfolg lehren; daß aber beide für die Betheiligten mehr oder weniger günstige materielle Vortheile ergebenden Unternehmungen nebeneinander werden Früchte bringen können, ist leider nicht zu hoffen, vielmehr ist sehr zu fürchten, daß die gemeinnützige Baugesellschaft mit den jetzt vorhandenen Grundstücken ihren Abschluß wird machen müssen und daß der ideale Zweck, aus eigenthumlosen Arbeitern arbeitende Eigenthümer zu schaffen, im Keime verkümmeen wird, ehe noch die Unzulässigkeit der Durchführung desselben durch die Erfahrung erwiesen worden.

Wie sehr übrigens das Bedürfniß nach Wohnungen nicht nur für die unteren, sondern auch für die mittleren Klassen der Bevölkerung hierselbst vorhanden ist, erweist sich durch den Zudrang, der sich während der Ausführung der Neubauten schon seit Jahren kund gibt und gegenwärtig so zugenommen hat, daß einzelne Behauptungen des Gegentheils nur aus engherzigen, eigensüchtigen Besorgnissen des Privatinteresses hervorgehen können.

Obgleich die Bauausführungen wie die Baustellen in den letzten Jahren theurer geworden, auch die Belastungen des Grundeigenthums sehr gesteigert und demgemäß die Wohnungsmiethen im fortwährenden Steigen begriffen sind, so ist doch in Folge des großen Mangels an mittlern und kleinen Wohnungen die Vermiethung derselben völlig gesichert, und bleibt es unbegreiflich, wie die Spekulazion diese Quelle des Erwerbs nicht mehr auszubeuten sucht, weil, wenn keine unmittelbar humanistischen und wohlthätigen Zwecke damit verbunden werden, der Vortheil bedeutend und sicher ist; namentlich für priviligirte Gesellschaftsunternehmungen, bei denen die Unannehmlichkeiten und Bedenklichkeiten fortfallen, welche die einzelnen Spekulanten abhalten, ihre Mittel zu Bauanlagen für die geringern Klassen zu benutzen, und die in der nicht ungerechtfertigten Besorgniß vor den Belästigungen vieler kleiner Miether und vor den häufigen Ausfällen an Miethen begründet sind.

Da der für die Grundstücke der Baugesellschaft zur Bildung der Miethsgenossenschaften, welche das Eigenthum nach 30 Jahren erwerben sollen, erforderliche Reinertrag 6 Procent des Anlagekapitals betragen muß, um theils die Tilgung desselben, so wie die Ablösung der Aktien mit 2 Procent, theils die Verzinsung der letztern bis zu 4 Procent bewirken zu können, so müssen die Anlagekapitalien zu den Erträgen der einzelnen Grundstücke in einem Verhältnisse stehen, welches obiges Ergebniß herbeiführt, bevor die Bildung von Miethsgenossenschaften möglich ist, welche demnächst noch außerdem verpflichtet sind 1 Procent zur Bestreitung der Unterhaltungs- und Verwaltungskosten aufzubringen.

Die nachfolgende Zusammenstellung der aus den Rechnungsbelägen entnommenen Resultate der Anlage und Ertragswerthe für die einzelnen Grundstücke nach den verschiedenen Bauanlagen wird zeigen, in wie fern und unter welchen Bedingungen der obige Nettobetrag zu erreichen gewesen und welche Schlüsse für die Praxis im Allgemeinen daraus zu ziehen sind.

Digitized by Google

Laufende Nummer und Zeit der Anlage	Bezeichnung der Grundstücke und der Gegenstände.	Umfang der Grundstücke und der Bauanlagen.	Beschreibung der einzelnen Baugegenstände.	Special-Summen der Ankaufs- und Baukosten.	Haupt-Summen der Anlage-Werthe.	Miethserträge.
1. 1849/50	Ritterstraße Nr. 28.					
	Hof- und Bauplatz.	(86.36) = 21½ QR.	—	1500		
	Wohnhaus an der Straße.	(36.32) = 1152 QF.	Massiv, in 4 Stockwerken, mit gewölbten Kellern, theilweisem Dachausbau und Ziegeldedachung.	5700		
	Werkstättengebäude auf dem Hofe.	(36.26) = 926 QF.	Von Steinfachwerk, in 1 Stockwerk mit Ziegeldach.	1100		
	Abtrittsgebäude, Antheil an der Müllgrube, am Pumpenbrunnen und den Hofbewährungen, Hofpflaster und Bürgersteig.	(Der Abtritt 7′ lang, 5′ breit von Mauerfachwerk mit Zinkdach.)				
		—	—	350		
	Zinsenverlust am Grundstück und dem Bau-Kapital vor der Vermiethung.	—	—	250		
				Summa ad. 1	8900	535
2. 1849/50	Ritterstraße Nr. 29.	Mit dem vorigen Grundstücke ganz gleich, stellt sich desgleichen		Sum. ad. 2 auf	8900	535
3. 1851/52	Ritterstraße Nr. 30.					
	Hof- und Bauplatz.	(19.52) = 17⅓ QR.	—	1500		
	Wohnhaus an der Ecke der Ritter- und Brandenburgstraße.	(19.32) = 1568 QF.	Massiv in vier Stockwerken, mit gewölbten Kellern, Dachausbau und Ziegeldedachung.	9400		
	Seitenflügel nach der Brandenburgstraße mit Werkstätten.	(30.14) = 420 QF.	Massiv in drei Stockwerken, ohne Keller, mit Schieferdach.	1800		
	Pumpenbrunnen, Hofpflaster, Bürgersteig, Antheil an dem Abtrittsgebäude, der Müllgrube und d. Hofbewährungen des Grundstücks in der Brandenburgstraße.	(Das Abtrittsgebäude 18′ lang, 18′ breit von Mauerfachwerk mit Pappdach.)				
		—	—	409		
	Zinsenverlust vor der Vermiethung.	—	—	400		
				Summa ad. 3	13500	950
4. 1854/55	Brandenburgstraße Nr. 21.					
	Hof- und Bauplatz.	(58.49 + 72.33) = 37 QR.	—	2500		
	Wohnhaus an d. Straße.	58.38 = 2201 QF.	Massiv, in 4 Stockwerken, mit gewölbten Kellern. Dachausbau und Ziegeldedachung.	13200		
	Werkstättengebäude auf dem Hofe.	(51.22) = 1188 QF.	Massiv, in 2 Stockwerken, mit gewölbtem Souterrain u. Theerpappendedachung.	2700		
	Antheil am Abtrittsgebäude, der Müllgrube, dem Pumpenbrunnen, die Hofbewährung, das Hofpflaster und der Bürgersteig.	(Das Abtrittsgebäude wie vorher, sub. 3, gemeinschaftlich.)				
		—	—	400		
	Zinsenverlust vor der Vermiethung.	—	—	400		
				Summa ad. 4	19300	1250
			Seite	—	50600	3270

Digitized by Google

Laufende Nummer und Zeit der Anlage.	Bezeichnung der Grundstücke und der Gegenstände.	Umfang der Grundstücke und der Bauanlagen.	Beschreibung der einzelnen Baugegenstände.	Special-Summen der Ankaufs- und Baukosten.	Haupt-Summen der Anlage-Werthe.	Miethe-Erträge.
			Uebertrag	—	50600	3270
5.	Wasserthorstr. Nr. 2.	Unbebaute Hof- u. Gartenstelle von zusammen 73½ QR. Fläche.		4000		
				Summa per se	4000	
6.	Wasserthorstr. Nr. 1.					
1855/56	Hof und Baustelle.	(49.35 + 51.26) = 21 QR.	—	2500		
	Wohnhaus an d. Straße.	(49.35) = 1715 QF.	Massiv, in 4 Stockwerken, mit gewölbten Kellern u. ausgebautem Dache; mit Ziegeldeckung und Einrichtung zur Wasserleitung.	9500		
	Antheil am Abtrittsgebäude, der Müllgrube und den Hofbewährungen, d. Pumpenbrunnen, das Hofpflaster und der Bürgersteig.	(Das Abtrittsgebäude 12' lang, 12' breit, massiv mit Zinkdach.)				
	Zinsenverlust vor der Vermiethung	—	—	500		
		—	—	300		
				Summa ad 6	12800	760
7.	Alexandrinenstraße Nr. 18 und Wasserthorstraßenecke.					
1855/56	Hof und Baustelle.	(53.52 + 114 + 148) = 21 QR.	—	2500		
	Wohnhaus, nach beiden Straßen.	[(55—28) 34 + 53.28] = 2245 QF.	Massiv, in 4 Stockwerken, mit gewölbten Kellern u. ausgebautem Dache, mit Ziegeldeckung und Einrichtung zur Wasserleitung.	13500		
	Antheil am Abtrittsgebäude, der Müllgrube und den Hofbewährungen, das Hofpflaster u. den Bürgersteig.	(Das Abtrittsgebäude wie vorher sub 6 gemeinschaftlich.)				
		—	—	400		
	Zinsenverlust vor der Vermiethung.	—	—	400		
				Summa ad 7	16800	1070
8.	Alexandrinenstraße Nr. 19.					
1849/50	Hof u. Baustelle.	(36.63) = 153/5 QR.	—	1200		
	Wohnhaus.	(36.34) = 1224 QF.	Massiv, in 4 Stockwerken, mit gewölbten Kellern u. theilweise ausgebautem Dache, m. Ziegeldeckung.	6400		
	Antheil am Abtrittsgebäude, der Müllgrube, den Hofbewährungen u. dem Pumpenbrunnen, das Hofpflaster und der Bürgersteig.	(Das Abtrittsgebäude 20' lang, 12' breit von Steinfachwerk mit Ziegeldach).				
		—	—	200		
	Zinsenverlust vor der Vermiethung.	—	—	200		
				Summa ad 8	8000	480
9.	Alexandrinenstraße Nr. 20.					
1849/50	Hof und Baustelle.	(19.86) = 113/5 QR.	—	500		
	Wohnhaus.	(19.34) = 656 QF.	Ganz wie vorher sub 8 ausgeführt.	3800		
	Antheil an den Nebenanlagen.	—	—	100		
	Zinsenverlust.	—	—	100		
				Summa ad 9	4200	250
			Seite	—	96400	5810

Digitized by Google

Laufende Nummer und Zeit der Anlage	Bezeichnung der Grundstücke und der Gegenstände.	Umfang der Grundstücke und der Bauanlagen.	Beschreibung der einzelnen Baugegenstände.	Special-Summen der Ankaufs- und Baukosten.	Haupt-Summen der Anlage-Werthe.	Miths-Erträge.
			Uebertrag	—	96400	5810
10.	Alexandrinenstraße Nr. 20.	Mit dem vorigen Grundstück ganz gleich, stellt sich daher Summa ad 10 desgl. auf		—	4200	250
11. 1849/50	Alexandrinenstraße Nr. 21.					
	Hof und Baustelle.	$\left(\frac{38+40}{2}\right) 100 = 27\frac{1}{2}$ QR.	—	6900		
	Wohnhaus an der Straße.	(38.34) 1292 QF.	Massiv, in 4 Stockwerken, mit gewölbten Kellern u. theilweisem Dachausbau so wie m. Ziegelbedachung.	2800		
	Werkstättengebäude auf dem Hofe.	(40.28) = 1120 QF.	Massiv, in 2 Geschossen, mit gewölbtem Souterrain u. Ziegelbedachung.			
	Antheil am Abtrittsgebäude, an der Müllgrube, den Bewährungen und dem Pumpenbrunnen, das Hofpflaster u der Bürgersteig.	(Das Abtrittsgebäude wie sub 8 gemeinschaftlich.)		300		
	Zinsenverlust vor der Vermiethung.	—	—	200		
				Summa ad 11	12600	770
12. 1849/50	Michaeliskirchstraße Nr. 2.					
	Hof und Baustelle.	(36.59) = 15 QR.	—	1200		
	Wohnhaus.	(36.36) = 1296 QF.	Massiv, in 4 Stockwerken, mit gewölbten Kellern u. ausgebautem Dache, mit Ziegelbedachung.	6500		
	Abtrittsgebäude, Pumpenbrunnen, Bewährungen, Hofpflaster u. Bürgersteig.	—	—	300		
	Zinsenverlust vor der Vermiethung.	—	—	200		
				Summa ad 12	8200	500
13. 1849/50	Michaeliskirchstraße Nr. 3.					
	Hof und Baustelle.	(36.60) = 15 QR.	—	1200		
	Wohnhaus.	(34.36) = 1224 QF.	Ganz wie vorher ausgeführt sub 12.	6100		
	Nebenanlagen wie vorher.	(Das Abtrittsgebäude abgesondert desgl. wie vorher.)		300		
	Zinsenverlust desgl.	—	—	200		
				Summa ad 13	7800	470
14. 1849/50	Michaeliskirchstraße Nr. 4.	Mit dem Grundstück sub 12 ganz gleich, stellt sich daher Summa ad 14 auf		—	8200	500
15. 1851/52	Weinbergsweg (ohne Haus).					
	Garten- und Baustelle.	$\left(\frac{176+110}{2}\right) 104 = 106\frac{3}{4}$ QR.	—	1600		
	Werkstattsgeb. im Garten.	(28.19 + 17.18) = 838 QF.	Massiv, in 1 Geschoß mit Zinkbedachung.	1200		
	Gartenhaus und Bewährungen.	—	—	400		
	Zinsenverlust.	—	—	200		
				Summa ad 15	3400	120
			Seite	—	135800	8420

Digitized by Google

Laufende Nummer und Zeit der Anlage.	Bezeichnung der Grundstücke und der Gegenstände.	Umfang der Grundstücke und der Bauanlagen.	Beschreibung der einzelnen Baugegenstände.	Special-Summen der Ankaufs- und Baukosten.	Haupt-Summen der Anlage-Werthe.	Miets-Erträge.
			Uebertrag	—	135800	8420
16. 1849.50	Wollankstraße Nr. 8. Hof und Baustelle.	(120.52 = 43½ □R.	—	1100		
	Wohnhaus.	52.31 = 1768 □F.	Mauer, in 1 Steckwerken, mit gewölbten Kellern, ausgebautem Dache und Ziegeldeckung.	8800		
	Wohnhaus auf dem Hofe.	18.19 = 812 □F.	Mauer, in 1 Steckwerk mit Dachraum und Ziegeldeckung	500		
	Abtritt nebst Müllgrube, Pumpenbrunnen, Bewährung, Hofpflaster und Bürgersteig.	(2 Abtrittsgebäude von 11' lang, 6' breit und 9' lang, 8' breit von Steinfachwerk mit Zinkdach.)	—	100		
	Zinsenverlust.	—	—	200		
				Summa ad 16	11000	660
17. 1850.51	Wollankstraße Nr. 9. Hof und Baustelle.	(120.52 = 43½ □R.	—	1100		
	Wohnhaus an der Straße.	52.31 = 1768 □F.	Mauer, in 2 Steckwerken, mit gewölbten Kellern, Dachausbau und Ziegeldeckung.	9000		
	Seitenflügel nach dem Hofe.	(10.16½ = 660 □F.	Wie vorher, jedoch ohne Dachausbau mit Schieferdeckung.	3600		
	Werkstättengebäude auf dem Hofe.	51.18) = 918 □F.	Mauer, in 1 Steckwerk, mit Dachraum und Zinkdeckung.	1500		
	Abtritt nebst Müllgrube, Pumpenbrunnen, Bewährung, Hofpflaster u. Bürgersteig.	(2 Abtrittsgebäude à 12' lang, 5' breit, von Mauerfachwerk mit Zinkdach.)	—	500		
	Zinsenverlust.	—	—	800		
				Summa ad 17	16000	1020
18.	Militairstraße.	Hof und Baustelle, nebst bisherigem Zinsenverlust (72.61 + 19) = 27½ □R. (2 Wohnhäuser, nebst Zubehör sind noch im Bau begriffen und der Benutzung bis jetzt nicht übergeben, daher der Anlagewerth noch nicht anzugeben.)		2400		
				Summa per se ad 18	2400	—
19.	Louisenufer auf dem Köpnicker Felde. Hof und Baustelle, nebst bisherigem Zinsenverlust.	(20.14½) = 193½ □R.	—	2500		
				Summa per se ad 19	2500	—
20. 1851.52	Bremerhöhe vor d. Schönhauser Thore and. Allee Nr. 1. Hof, Garten und Baustelle.	(210.51) = 79½ □R.	—	120		
	Wohnhaus (im Wiederkehr).	(22½.16½ + 15½.10) = 541 □F.	Von verbleibendem Fachwerke, in 1 Steckwerk, mit Balkenkeller und Schieferdeckung	1100		
	Stallgebäude,	16' lang, 12' breit = 192 □F.	Von Steinfachwerk mit Ziegeldach.	150		
	Das Hofpflaster, so wie der Antheil an dem Pumpens.					
			Seite	1370	168800	10100

Digitized by Google

Laufende Nummer und Zeit der Anlage.	Bezeichnung der Grundstücke und der Baugegenstände.	Umfang der Grundstücke und der Bauanlagen.	Beschreibung der einzelnen Baugegenstände.	Special-Summen der Ankaufs- und Baukosten.	Haupt-Summen der Anlage-Werthe.	Miethe-Erträge.
			Uebertrag	1370	168500	10100
	brunnen und den Bewährungen.	—	—	150		
	Zinsverlust vor der Benutzung.	—	—	50		
				Summa ad 20	1600	70
21. 1853/54	Bremerhöhe, an der Allee Nr. 2.					
	Hof und Baustelle,	(53.89) = 32⅜ □R.	—	60		
	Wohnhaus an der Straße.	(33.16½) = 511 □F.	Massiv, in 2 Stockwerken, mit Ziegeldeckung.	1600		
	Hinterhaus auf dem Hofe.	(33.16) = 528 □F.	Massiv, in 1 Stockwerk mit hohem Souterrain und Theerpappendeckung.	1100		
	Abtritt und Hofpflaster, so wie Antheil an den Bewährungen u. dem Pumpenbrunnen.	(Der Abtritt 4' lang, 4' breit, von Steinfachwerk mit Ziegeldach.)				
		—	—	300		
	Zinsenverlust vor der Benutzung.	—	—	140		
				Summa ad 21	3500	160
22. 1853/54	Bremerhöhe, an der Allee Nr. 3.					
	Hof und Baustelle.	(53.89) = 32¹/₄ □R.	—	80		
	Wohngebäude, in zwei verbundenen Häusern an der Straße.	(17½ . 23¹/₂ + 19 . 21½) = 820 □F.	Massiv, in 2 Stockwerken mit Ziegeldeckung.	2100		
	Remisen und Stallgebäude, nebst Abtritt.	(26.7½ + 17.12) = 399 □F.	Von Steinfachwerk mit Ziegeldach.	320		
	Vorrathskeller.	(18.12) = 216 □F.	Massiv, überwölbt mit Erddecke.	150		
	Hofpflaster, Antheil am Pumpenbrunnen und den Bewährungen.	—	—	300		
	Zinsenverlust vor der Benutzung.	—	—	120		
				Summa ad 22	3400	160
23. 1850/51	Bremerhöhe im Innern Nr. 4.					
	Hof, Wasten u. Baustelle.	(181.136) = 181 □R.	—	300		
	Wohnhaus.	(38.28) = 1061 □F.	Massiv, in 2 Stockwerken, mit Dachausbau u. Schieferbedachung.	2900		
	Stall- und Abtrittsgebäude.	(27.17 + 7 9) = 322 □F.	Von Steinfachwerk mit Ziegeldach.	350		
	Hofpflaster, Antheil am Pumpenbrunnen und den Bewährungen.	—	—	150		
	Zinsenverlust vor der Benutzung.	—	—	100		
				Summa ad 23	3200	150
24. 1850/51	Bremerhöhe im Innern Nr. 5.					
	Hof, Garten und Baustelle.	$\left(\frac{190+210}{2} \times 196\right)$ = 272¹/₄ □R.	—	450		
	Wohnhaus.	(38.16 + 16 21) 941 □F.	Auf massivem Unterbau, von Steinfachwerk, in 2 Stockwerken m. Ziegeldeckung.	3200		
			Seite	3650	180200	10610

Digitized by Google

Laufende Nummer und Zeit der Anlage.	Bezeichnung der Grundstücke und der Gegenstände.	Umfang der Grundstücke und der Bauanlagen.	Beschreibung der einzelnen Baugegenstände.	Special-Summen der Ankaufs- und Baukosten.	Haupt-Summen der Anlage-Werthe.	Miethe-Erträge.
			Uebertrag	3650	180200	10640
	Stall- und Abtrittsgebäude	(17.17 + 7.3½) = 314 □F.	Von Steinfachwerk mit Ziegeldach.	200		
	Antheil am Pumpenbrunnen und den Bewährungen.	—	—	200		
	Kelleranbau am Hause.	(13.8) = 104 □F.	Massiv, überwölbt mit Erddecke.	100		
	Zinsenverlust vor der Benutzung.	—	—	150		
				Summa ad 24	4300	220
25.	Bremerhöhe.	Unbebaute, zum Theil als Ackerland benutzte Flächen von $\left(\frac{736+554}{2} \times 410\right) = 1836\frac{1}{2} - 618\frac{1}{4} - (79\frac{1}{4} + 32\frac{3}{4} + 52\frac{1}{8} + 181\frac{1}{4} + 273\frac{3}{8})$ zusammen = 1218 □F.	Inklusive Zinsenverlust bisher	1500		
				Summa per se ad 25	1500	80
			Summa Summarum der Anlagekosten und Ertragswerthe		190200	10900

Aus der vorstehenden Zusammenstellung ergibt sich einerseits, daß zwar die Anlagekosten in den letzten Jahren erheblich höher ausfallen wie in den frühern, dagegen aber auch die Miethserträge verhältnißmäßig sich gesteigert haben, so wie anderseits, allen praktischen Ergebnissen entsprechend, daß nur Grundstücke, welche mit Häusern von einem Umfange über 1000 □F. Grundfläche und von mehr als 2 Geschossen versehen sind, einen angemessenen Ertrag von wenigstens 5 Procent Zinsen gewähren und daß, um den Erfordernissen der gemeinnützigen Baugesellschaft entsprechen zu können, die Häuser in den meisten Fällen nicht unter 4 Stockwerke erhalten dürfen.

Anderweiten theoretischen und praktischen Ermittelungen gemäß, ist für Häuser zu gewöhnlicher bürgerlicher Benutzung bei solider Ausführung anzunehmen, daß einstöckige Gebäude nach dem Umfange sich auf 4—4½; zweistöckige auf 4½—5; dreistöckige auf 5—5½ und vierstöckige auf 5—6½ Procent des Anlagekapitals rentiren. Wenn man die Anlagewerthe, die sich aus den vorstehenden Nachweisen über die einzelnen Grundstücke der gemeinnützigen Baugesellschaft ergeben, mit sonstigen Erfahrungen verglichen, auf andere bürgerliche Wohnhäuser hierselbst anwendet, deren Verhältnisse und Erfordernisse den vorliegenden etwa entsprechen, so lassen sich daraus folgende allgemeine Ueberschlagssätze, auf die Einheit reducirt, ableiten, welche für ähnliche Fälle passen würden:

1. Für 1 Quadratruthe Oberfläche der Grundstücke, je nach der örtlichen Lage:

a) in den gewerbreichern innern Theilen der Stadt . . . . . 100—150 Rth.
b) in den abgelegenern Gegenden innerhalb und dicht vor den Thoren derselben . . . . . 50— 80 „
c) in den entferntern Gegenden außerhalb der Thore . . . . . 5— 20 „

2. Für einen Quadratfuß Grundfläche der Wohnhäuser, massiv, mit gewölbten Kellerräumen und Ziegelbedachung, je nach dem Umfange und dem Ausbaue des Dachraumes:

a) bei einem Geschosse von 9—10′ Höhe 2—3 Rth.
b) „ zwei Geschossen „ „ „ 3—4 „
c) „ drei „ „ „ „ 4—5 „
d) „ vier „ „ „ „ 5—6 „

3. Für 1 Quadratfuß Werkstättengebäude:

a) Massiv in einem Geschosse, 12′ hoch mit Bodenraum u. Zinkbedachung Rth. 1.20 Sg. — Rth. 2. — Sg.
b) Massiv in zwei Geschossen, à 9′ hoch, mit gewölbtem Souterrain und Ziegelbedachung Rth. 2.20 Sg. — Rth. 3. — Sg.
c) Von ausgemauertem Fachwerk in in einem Geschosse, 12′ hoch mit Ziegelbedachung u. Brandgiebeln Rth. 1. — Sg. — Rth. 1.10 Sg.

Digitized by Google

4. Für Stall- und Abtrittsgebäude:

a) 1 Quadratfuß Stallgebäude, 8' hoch, mit Abtritten von Steinfachwerk mit Ziegeldach . . . . 25 Sg. — 1 Rth.

b) ein Sitz Abtrittsgebäude von Steinfachwerk mit Zinkdach . . . 30 „ — 40 „

c) ein Sitz dgl. massiv mit Zinkdache 40 „ — 50 „

5. für Pumpenbrunnen mit gesenktem Kessel und einfachem Holzgehäuse:

a) bei 20 bis 25 Fuß Tiefe . . . 120—150 Rth.

b) bei 30 bis 40 Fuß Tiefe . . . 200—300 „

6. für eine Quadratruthe Pflaster von runden Feldsteinen . . . . . 7—8 Rth.

7. für einen laufenden Fuß Bewährung:

a) massiv, 6' hoch über der Erde Rth. 1.15 Sg. — Rth. 1 20 Sg.

b) von Brettern, mit kiefernen oder eichenen Pfosten, 5' hoch . . 25 Sg. — 1 Rth.

c) von Spalirlatten mit kiefernen Pfosten, 4' hoch . . . . . 16—18 „

8. Für Zinsenverlust vor und während der Bauzeit, je nach der Zeit der Nutzlosigkeit, in Grenzen einiger Jahre = 2 bis 4 Procent des Anlagekapitals.

Wenn man die vorstehenden Bauwerthe für die Maßeinheiten speciell betrachtet, so erscheinen sie verhältnißmäßig hoch und es ist nicht zu leugnen, daß auch in Berlin wohlfeiler gebaut werden kann, indeß muß dabei wohl berücksichtiget werden, daß dies nur mit Beeinträchtigung der Maßnahmen für Sicherheit, Dauer und Wohnlichkeit zu erreichen ist, welche doch einerseits den vorliegenden Zwecken gemäß nicht unbeachtet bleiben dürfen, auch zum Theil durch gesetzliche Vorschriften geboten sind, anderseits aber durch höhern Miethsertrag sich bezahlt machen.

Zu den für die Sicherheit vorgeschriebenen Maßregeln gehören namentlich die ausschließliche Ausführung massiver Außenwände, so wie die Anlage feuersicherer Haupttreppen; zu den die Dauer betreffenden Bedingungen ist die Wahl der besten Materialien, so wie die Anlage massiver Scheidewände zu rechnen, und die die Wohnlichkeit befördernden Einrichtungen begreifen, unter Vermeidung von Kellerwohnungen, vorzugsweise die Anlage bequemer und sparsamer Feueruugen, so wie die Durchführung genügender Höhe der innern Räume und in den neuesten Gebäuden die Vorrichtung zur Benützung der Wasserleitungen.

Dagegen wird für höhere architektonische Ausstattung mit möglichster Kostenvermeidung nur in so weit gesorgt, als unvermeidlich erscheint, um im Allgemeinen einen angenehmen und bedeutsamen Eindruck zu gewähren, so weit er durch Auswahl der Materialien, Andeutung der Konstrukzion und der Verhältnisse der Theile, irgend zu erreichen ist.

Berlin im Februar 1851. W. Emmich.

Die Maximiliansbrücke über den Innstrom bei der Stadt Mühldorf

auf der München-Haag-Braunauer- (Wiener-) Straße.

Beschrieben von Hrn. Kärner, königl. bayr. Bauinspektor zu Rosenheim.

(Mit Zeichnungen auf Blatt **101**).

Im Jahre 1812/13 wurde bei der Stadt Mühldorf eine Wiebeking'sche Bogenbrücke über den Innstrom erbaut, welche mit zwei steinernen Mittelpfeilern, gemauerten Widerlagern und drei Jochöffnungen von 123,66', 124,19' und 125' lichter Weite versehen war (Fig. 8).

Zur Sicherheit der Landpassage mußte die Fahrbahn dieser Brücke nach und nach durch eine solche Anzahl Nothjoche unterstützt werden, daß der Fluthraum für die Schiffe zu sehr beengt und mancher Unglücksfall hierdurch herbeigeführt wurde.

Theils um der Schifffahrt dieses Hinderniß aus dem Wege zu räumen, und theils um die nicht unbedeutenden Kosten zu ersparen, welche auf die Erhaltung der alten Brücke verwendet werden mußten, wurde die Erbauung einer neuen Brücke und zwar einer Gutterbrücke nach der Konstrukzion des amerikanischen Ingenieurs Howe beschlossen und angeordnet.

Im Februar des Jahres 1849 wurde dieser Bau mit der Errichtung einer 488' langen Nothbrücke zur Offenerhaltung der Kommunikazion begonnen und am 12. Oktober 1851 wurde die neue Brücke, nachdem derselben

Digitized by Google

in feierlicher Handlung der Name „Maximilians-Brücke" beigelegt worden war, dem öffentlichen Verkehr übergeben, obgleich ein Theil der Dacheindeckung und des Oelfarbenanstriches erst im Sommer des Jahres 1852 vollendet worden sind.

Die beiden Widerlager und der rechtseitige Mittelpfeiler der Wiebeking'schen Brücke wurden beibehalten und erlitten nur in ihrem Oberbau Abänderungen nach den Anforderungen der neuen Konstruktion, der linkseitige Mittelpfeiler hingegen mußte seiner Baufälligkeit wegen von der Rostfläche an erneuert werden, so wie die Stützmauern in der Nähe der Brücke neu aufgeführt worden sind.

Die aus Quadersteinen erbauten Mittelpfeiler der Brücke, welche stromaufwärts nach einem Halbkreis und stromabwärts nach Kreissegmenten abgerundet sind, besitzen oberhalb der Sockelhöhe eine Stärke von 6'; bezüglich des übrigen Mauerwerks verdient nur noch bemerkt zu werden, daß zur bessern Erhaltung des hölzernen Oberbaues in den Kammern der Widerlager Luftzüge angebracht und solche Anordnungen getroffen sind, daß der Holzbau vollständig von dem Mauerwerk isolirt ist und daß nur die Lagerflächen der Mauerlatten von letzterem berührt werden.

Die neue Brücke besitzt daher die oben angegebenen Jochweiten, und der Fahrraum derselben ist im Lichten 16' hoch und 25' breit, von welcher Breite 18' auf die Fahrbahn und 7' auf die beiden um 0,5' erhöhten Fußwege treffen.

Die Dachung springt um 6' Breite über die Seiten- und um 3,6' über die Stirnflächen der Brücke vor, und die Gesammtlänge derselben auf der Dachfirste gemessen beträgt 416,4'1.

Bei dem Aufschlagen der Brücke erhielten die beiden Seitenöffnungen eine Ueberwölbung von 0,5', die mittlere Oeffnung von 0,4', die Brückenbrüstungen hingegen sind horizontal angelegt worden.

Die Stärken, welche die einzelnen Hölzer besitzen und die Holzgattungen, aus welchen dieselbe gefertigt wurden, sind in nachstehender Tabelle angegeben:

Bezeichnung der Baubölzer und der Holzgattung	Breite.	Dicke.
I. Eichenholz.		
Die Stützstreben bb unter der Fahrbahn (Fig. 5 und 6)	1,0'	1,0'
Die Mauerlatten aa	1,0'	1,0'
Die Klötzchen dd unter den Hängbolzen (Fig. 5 und 6)	0,6'	0,5'
Die Stützklötzchen d. Gatterstreben ee Fig. 5) und 6)	1,4'	0,75'
II. Föhren- oder Kiefernholz.		
Die Schürbalken ee (Fig. 5 und 6) .	1,0'	1,1'
„ Zangenhölzer hh (Fig. 5 und 6) .	0,8'	1,0'
„ Gitterstreben: Hauptstreben ff / Gegenstreben gg } (Fig. 5 × 6) .	0,8'	0,7'
„ unteren Windruthen ii (Fig. 2 und 6) .	0,7'	0,7'
„ Bestandtheile der stehenden Stühle an den Brückenanfängen Fig. (1 und 2)		
Die Deckhölzer der Fahrbahn (Fig. 6) .	—	0,4'
„ Klötzchen, welche zwischen den Gitterbalken, zwischen den Zangenhölzern und zwischen den einzelnen Stuhlwänden der Brückenanfänge an jenen Stellen eingelegt sind, an welchen diese Brückenbestandtheile durch horizontal angebrachte Schrauben zusammengehalten werden, haben die Dicke der Hängebolzen oder . . .		= 0,15'
III. Fichten- oder Tannenholz.		
Die verzahnten Träger:		
Die unteren Balken kk }	1	1,2'
„ oberen Balken ll (Fig. 5 und 6) }	1	1,3'
„ Jahnhölzer mm }	1	0,7'
„ Straßenträger nn (Fig. 5 und 6) .	—	0,9'
„ Dachbalken oo Fig. (5 und 6) .	0,7'	0,8'
„ oberen Windruthen pp (Fig. 2 und 6)	0,6'	0,6'
„ Dachpfetten	0,6'	—
„ Dachsparren	0,5'	0,45'
	0,6'	0,55'
Die Bestandtheile der Fußwege . . .	—	—
„ Brückenverschalung	—	—

Die Zangen hh sind ihrer Länge nach, nach Fig. 5 miteinander verbunden, wobei zwei Paar Gegenteile von sehr gut ausgetrocknetem Holz eingetrieben sind; ihre Stoßpunkte sind so angeordnet, daß sie zwischen die Stützklötzchen cc fallen und daß sich die einzelnen Zangenhölzer immer um 1/3 Theil ihrer Länge überbinden. Die Stützklötzchen cc sind um 0,1 in die Zangen eingelassen, bei allen übrigen Holzverbindungen gehen letztere aber mit ihrer vollen Stärke durch und sind durch Ausschneidungen nirgend geschwächt. Eben so

Digitized by Google

haben die Hauptstreben der Gitterbalken ff, welche sich an beiden Enden stumpf gegen die Klötzchen ee stützen und mit den Zangen die Hauptträger der Brücke sind, keinerlei Verschwächung durch Ueberkämmungen ꝛc. erlitten.

Die Dachbalken oo und die obern Windruthen pp sind 0,2′ auf den Tragwänden eingeschnitten und liegen mit ihren unteren Flächen in einer Ebene.

Die Dachsparren, welche zwischen den Balken liegen, ruhen auf der Dachpfette, jedoch sind dieselben, um das Dach gegen die Gewalt der Sturmwinde zu sichern, mit großen Nägeln auf den Pfetten und die Sparren über den Balken durch Schraubenbolzen mit den letzteren befestigt.

Die Klötzchen qq (Fig. 5) sind eingelegt, um die Zangenhölzer auf diesen Punkten zu unterstützen und den Druck, den sie erleiden, auf die Schürbalken zu übertragen.

Die eisernen Hängebolzen und mithin auch die Dachbalken, die Stützklötzchen und die verzahnten Querträger sind in einer Entfernung von 9,34′ von Mitte zu Mitte voneinander angebracht, und nur gegen die beiden Widerlager hin vermindert sich dieses Maß nach den Ergebnissen der Konstruktion.

Die Hängebolzen haben eine Länge von 21,4′, eine Durchmesserstärke von 0,15′ und an jedem Ende ein 0,8′ langes 0,0125′ tief eingekerbtes Gewinde, die beiden Schraubenmuttern sind 0,35′ lang und breit und 0,15′ dick, und die ebenfalls quadratförmigen Unterlegplatten haben bei 0,5 Seitenlänge 0,04′ Dicke. Ein solcher Bolzen wiegt mit Muttern und Unterlegplatten 137,1 bayerische Pfunde, und es sind im Ganzen 188 Stücke an der Brücke angebracht; sie wurden auf dem Eisenhüttenwerk Hammerau vorzüglich schön bearbeitet und um den Preis von 20 Fl. 50 kr. pro Centner auf den Bauplatz geliefert.

Schrauben von derselben Stärke sind angebracht, um die oberen Windruthen an die Dachbalken und an ihren Durchkreuzungen zu befestigen und um die gußeisernen Schuhe an die betreffenden Balken anzuschrauben.

Die übrigen Schraubenbolzen, welche durch die verzahnten Träger und Schürbalken oder durch die verzahnten Träger und die Zangenhölzer hindurch gehen, wurden aus Eisentheilen der alten abgebrochenen Brücke gefertigt und haben deshalb verschiedene Dimensionen; im Allgemeinen wurde die Anwendung der Bruchen da, wo dieselben angebracht werden konnten, der Anwendung der Schrauben vorgezogen, um das nachtheilige Durchbohren der Hölzer möglichst viel zu vermindern.

Die Stützstreben bb, die unteren Windruthen, die 8 äußersten Hauptgitterstreben ff einer jeden Tragwand, so wie die Gegenstreben, welche sich an die Säulen der stehenden Stühle anschließen, stützen sich mit ihren Endpunkten in gußeiserne Schuhe, welche bei den Streben bb mit entsprechend angebrachten Durchbohrungen versehen sind, um dem allenfalls eindringenden Wasser den Wiederabfluß möglich zu machen.

Zum Schutze gegen die Witterung sind abgedeckt

a) Mit Eisenblech:

Die Dachflächen, nach der Wolf'schen Methode unter Anwendung verzinnter Nägel anstatt der Schrauben.

Die acht äußersten Streben bb einer jeden Brückenöffnung.

Die vorspringenden Köpfe der verzahnten Träger und der Mauerlatten.

Die Brückenbrüstungen auf ihren oberen Flächen.

Die Stirnflächen der Sparren und der Dachpfetten.

Endlich sind Blechstreifen an der Verschalung der Brückenanfänge angebracht, um das bei windigem Wetter anfallende Regenwasser abzuleiten und an dem Eindringen in die Kammern der Widerlager zu verhindern.

b) Mit Zinkblech:

Die verzahnten Träger auf ihrer oberen Fläche zwischen den beiden Tragwänden im Innern der Brücke.

Da wegen der wenn auch unbedeutenden Schwankungen der Brücke unter schweren Lastwagen, und wegen des von Zeit zu Zeit nothwendig werdenden Anziehens der Hängbolzenschrauben die Blechabdeckung der Brüstungen mit den Bolzen nicht fest verbunden werden kann, so wurde zur Ableitung des bei stürmischer Witterung an die Schraubenstangen angeworfenen Regenwassers die in Fig. 7 angegebene Anordnung getroffen.

Gegen Blitzschläge ist der Bau durch einen Blitzableiter mit 4 Auffangstangen und 4 Ableitungen gesichert; zur Reinerhaltung der Brückenbahn sind in den Fußwegen verschließbare Oeffnungen angebracht, um die sich ergebenden Unreinigkeiten in den Strom werfen zu können.

Die sichtbare Oberfläche der ganzen Brücke ist mit Oelfarbe angestrichen, welche Arbeit der Dekorationsmaler Herr Schwarzmann in München eben so solid als geschmackvoll angefertigt hat.

Digitized by Google

Endlich iſt in der Dachfirſte eine Oeffnung angebracht, um bei Feierlichkeiten die bayeriſche Flagge auf der Maximilians-Brücke aufziehen zu können.

Die Tragwände der Brücke wurden auf dem Brückengerüſte ſelbſt und in ſtehendem Zuſtande abgebunden; auf das Anziehen der Schrauben und der Hängebolzen wurde große Aufmerkſamkeit verwendet, da durch ein übermäßiges oder ungeregeltes Antreiben dieſer Schrauben auch eine ſonſt gut konſtruirte Brücke beſchädigt oder ruinirt werden kann.

Nach aufgeſtellter Berechnung gewährt die Tragkraft der Brücke der größtmöglichſten Belaſtung gegenüber eine 31,4fache Sicherheit.

Die Geſammtkoſten betragen eine Summe von 69286 Fl. 37 kr.

und dieſe vertheilen ſich wie folgt:

Erd- und Pflaſterarbeiten	246 Fl.	1 kr.
Maurer- und Steinhauerarbeiten	16224 „	2 „
Zimmererarbeiten	19074 „	21 „
Guß- und Schmiedeiſen	10503 „	16 „
Spänglerarbeiten	7844 „	43 „
Anſtreicherarbeiten	2842 „	34 „

Uebrige Koſten inkluſive der Beträge für die Erbauung der Nothbrücke und deren Wiederabbruch . 12546 „ 40 „

Ein laufender Fuß des vollendeten hölzernen Brückenkörpers koſtet nahezu . . . . . 100 Fl. — kr.

Die Brücke hat ſich bisher vollkommen gut erhalten und mit Ausnahme der Koſten, welche durch das Anziehen der Schrauben erwachſen, ſind noch keinerlei Ausgaben für Reparaturen verurſacht, obgleich dieſelbe ſeit dem 12. Oktober 1851 auf einer belebten Staatsſtraße dem Verkehr eröffnet iſt.

Auch die Beſorgniſſe, welche anfänglich gehegt wurden, die Schlittenbahn möchte in Folge der angebrachten Bedachung unterbrochen werden, haben ſich nicht beſtätigt, indem durch die Gitterfelder der Schnee in erforderlicher Menge in das Innere der Brücke eingeweht wird und Stockungen in dem Verkehr noch nicht vorgekommen ſind. Die wohlthätige Wirkung, welche die Bedachung ausübt, hat ſich dagegen durch die Thatſache allein ſchon zu erkennen gegeben, daß die 0,4' dicke Ueberlegung der Fahrbahn eine Ausbeſſerung durch neue Hölzer noch nicht erfordert hat, während dem bei unbedeckten Brücken dieſe Deckhölzer nach Verlauf von 2 bis 2½ Jahren gänzlich erneuert werden müſſen.

Maſchinen und Apparate zur Erzeugung künſtlicher Brennmaterialien.

(Mit Zeichnungen auf Blatt **102—104**).

Die Fabrikazion der künſtlichen Brennmaterialien, welche ſchon lange Zeit eine große Anzahl von Erfindern beſchäftigt hat, gewinnt jetzt trotz der Ungewißheiten, trotz der Schwierigkeiten, die ſie zu überwinden hatte, eine außerordentliche Bedeutung. Unter den Händen von Männern, welche mit Ausdauer, Energie und feſtem Willen begabt waren, iſt ſie in Frankreich eine ſehr bedeutende und wahrhaft blühende Induſtrie geworden, und unter denjenigen Männern, welche ſich in dieſem Lande in der gedachten Richtung beſonders verdient gemacht, muß vor allem Hr. Popelin-Ducarre genannt werden, denn er hat Jahre lang ununterbrochen bei wiederholten Verſuchen zugebracht, bis er zu günſtigen Reſultaten gelangt iſt. Das bedeutende Etabliſſement, welches er bei der Barrière von Fontainebleau zu Paris errichtete, liefert den Beweis, daß er nicht bloß eine einfache und ökonomiſche Verbindung zu finden wußte, um jene künſtliche Kohle zu erzeugen, welche überall unter dem Namen „pariſer Kohle“ bekannt iſt, ſondern auch ſehr ſinnreiche mechaniſche Mittel anzuwenden verſtand, um jenes Produkt mit Regelmäßigkeit und auf eine ſehr geſchwinde Art hervorzubringen.

Das Brennmaterial, welches in dieſem Etabliſſement erzeugt wird, iſt bei weitem der Holzkohle vorzuziehen, welche man bisher in Küchen oder in kleinen Oefen verwendete; auch iſt es wohlfeiler und hält bei weitem länger Feuer; dabei entwickelt es keinen Geruch und iſt der Geſundheit nicht nachtheilig, denn es erzeugt ſich weder Kohlenſäure noch Kohlenoxyd und es läßt ſich daher ſowohl für den häuslichen Gebrauch als für viele induſtrielle Zwecke verwenden, bei denen eine gleiche und anhaltende Hitze nothwendig iſt.

Digitized by Google

Ein ſehr beſcheidener, aber geſchickter Ingenieur, Hr. David, ſteht jetzt an der Spitze eines ſehr wichtigen Konſtrukzionsetablissements, das er mit großer Umſicht verwaltet. Dieſer hat für die Erzeugung künſtlicher Brennmaterialien ſehr intereſſante Apparate erfunden, welche in Bezug auf Vollkommenheit der Konſtrukzion nichts zu wünſchen übrig laſſen und um ſo merkwürdiger ſind als ſie auch zu andern Fabrikazionen verwendet werden können.

Bereits im Jahre 1845 nahm Popelin-Ducarre ein Patent auf ſeine Erfindung in Betreff des Brennmaterials. Nach demſelben verwendet er dazu Gerberlohe, die er mit einem Viertel ihres Gewichts zerſtoßener Fettkohle vermiſcht und daraus einen feſten Teig bildet, indem er eine hinreichende Quantität Steinkohlentheer oder jede andere mit Kohlenſtoff verbundene vegetabiliſche oder mineraliſche Subſtanz, z. B. Bitumen, Harze u. ſ. w. hinzuſetzt. Dieſer Teig wird in Formen oder in Töpfe gebracht und auf die gewöhnliche Weiſe verkohlt; zweckmäßiger iſt jedoch dazu ein Ofen in ähnlicher Art wie diejenigen ſind, worin das Beinſchwarz gebrannt wird. Nach der erſten Einwirkung der Hitze entflammt das von der Kohle und dem Theer ſich entwickelnde Gas und reicht ſomit hin die zur Verkohlung erforderliche Hitze hervorzubringen. Sobald aus den Ritzen der Töpfe kein Gas mehr hervorquillt, werden die Oefen geöffnet und man erhält dann ein Produkt, welches Popelin cokecharbon nennt.

Später erſetzte man die Gerberlohe durch Torf und fügte eine ſehr geringe Quantität lebendigen Kalks hinzu. Im Jahre 1847 nahm Popelin ein anderes Patent, in welchem er folgende Miſchungen angibt:

1. Theer oder jede andere bituminöſe oder verkohlte Subſtanz mit Holzkohlenſtaub aus Abfällen oder durch Zerſtoßung der Holzkohle, oder aus der Verkohlung der Gerberlohe und jeder andern holzartigen Subſtanz;

2. Theer oder eine andere ähnliche Subſtanz, zerſtoßene Kohks und zerſtoßene Holzkohle wie vorher;

3. Theer und Abfälle von neuen Holzkohlen;

4. Verkohlung der Gerberlohe mit einem geringen Antheil von Steinkohle und Theer, Zuſatz von Theer und des dadurch erhaltenen Staubes, dann Formen und Verkohlen in verſchloſſenen Gefäßen.

Später erhielt dieſes Patent noch folgenden Zuſatz:

1. Zerſtoßen der Trümmer von Kohks und Anfeuchten derſelben mit Theer von Steinkohlen oder von jeder andern mit Kohlenſtoff gemengten harzigen oder bituminöſen, von andern Stoffen freien Subſtanz. Die Quantität Theer darf nur ſo groß ſein, daß ſich ein teigiger Körper bildet, der ſich formen läßt; die Verkohlung geſchieht im verſchloſſenen Gefäße.

2. Gleiche Behandlung des Torfes, des verkohlten Torfſtaubes.

3. Gleichzeitige Anwendung der Kohks und des Torfes in gleichen Quantitäten.

Die Apparate Popelins zur Fabrikazion der künſtlichen Kohle, welche pariſer Kohle genannt wird, beſtehen:

1. aus einer Maſchine zum Zerſtoßen und Quetſchen der Kohle, wie ſie in Fig. 1 und 2 (Blatt **103**) dargeſtellt iſt;

2. aus einem Apparat zum Miſchen, welcher gleichzeitig Miſcher, Vertheiler und Brecher iſt (Fig. 1 bis 4 Blatt **102**);

3. aus einer Maſchine zum Formen der vermiſchten Subſtanzen und zu dem Zweck ihnen die cylindriſche Form zu geben, welche der der gewöhnlichen Holzkohle ähnlich iſt (Fig. 5 bis 8 Blatt **102**);

4. aus einer andern Maſchine zum Formen bei Anwendung der archimediſchen Schraube (Fig. 9 — 11 Blatt **102**);

5. aus Verkohlungsöfen, mit Wagen und Eiſenbahn, zum Verkohlen der geformten Kohlen (Fig. 3 bis 7 Blatt **103**.)

Mehrere dieſer Apparate ſind nicht bloß anwendbar zur Fabrikazion der künſtlichen Kohle, ſondern auch zu andern Induſtriezweigen; ſie werden daher ein doppeltes Intereſſe haben.

Ihre hauptſächlichſten Vortheile beſtehen darin, daß man:

1. bei Anwendung einfacher Mittel und beinahe ohne allen Taglohn eine bedeutende Maſſe in ſehr kurzer Zeit herſtellen kann;

2. der Mechanismus einer jeden Maſchine iſt von der Art, daß die Subſtanzen, wenn man ſie in ihrem rohen Zuſtande in den Trichtern des Miſchers vertheilt, ſie aus dem Former im Zuſtande von nicht verkohlter Kohle hervorgehen, ohne dazu einen andern Arbeitslohn verwenden zu dürfen als den zur Wartung der Maſchine;

3. wegen der guten Einrichtung der Oefen und der Anwendung des auf einer Eiſenbahn rollenden Wagens wird die Operazion der Verkohlung bedeutend erleichtert.

Digitized by Google

Die ſehr bedeutende Fabrik Popelins hat ihm die höchſten Anerkennungen, ſowohl bei den Induſtrieausſtellungen als von gelehrten Geſellſchaften, verſchafft. Wenn er im Anfange der Gründung ſeiner Anſtalt wie viele andere Erfinder Schwierigkeiten aller Art zu überwinden hatte, ſo iſt er, was ſonſt ſehr ſelten geſchieht, jetzt durch die verdiente Gunſt vollkommen entſchädigt, welche das Publikum ſeinen Erzeugniſſen zugewendet hat.

Die Brechmaſchine iſt auf Blatt **103** Fig. 1 im ſenkrechten und Fig. 2 im horizontalen Durchſchnitt dargeſtellt und beſteht aus zwei Paar übereinander liegenden Cylindern, von denen ein Paar, nämlich das obere, zum Zerbrechen der Stoffe, und das andere zum Zerquetſchen derſelben dient, bis ſie ganz zerpulvert ſind.

Die Kohle wird in den blechernen Trichter A geſchüttet und durch die Umdrehungsbewegung der beiden Cylinder B und B′, welche an ihrem ganzen äußern Umfange mit kleinen ſpitzigen und ineinander greifenden Daumen verſehen ſind, zerbrochen. Dieſe zerbrochenen Stücke werden in den Trichter A′ der untern Cylinder C C′ geworfen, welche ſie zu Staub zermalmen. Zwei Seitengerüſte von Gußeiſen D, welche auf einem hölzernen Rahmen befeſtigt ſind, tragen die Lager D′ der Cylinderachſen, der Triebwelle E und der Fortpflanzungs-Zwiſchenwelle F. Die Bewegung der glatten Cylinder C C′ wird durch das Getriebe E′ verantaßt, welches an der Welle E befeſtigt iſt, die auch die beiden Scheiben P P′ und das Schwungrad V tragen. Das Getriebe überträgt ſeine Bewegung dem an der Welle des Cylinders C C′ befeſtigten Rade R, welches ſeine Rotazionsbewegung in dem Verhältniß wie 1 : 4 dem Cylinder C′ durch die beiden geraden Vorgelege f und g mittheilt. Die Bewegung des zweiten Cylinders C′ wird dem Brechcylinder B′ durch drei Stirnräder von gleichem Durchmeſſer mitgetheilt, wovon das eine an dem Ende der Achſe des Cylinders C′, das andere an der Zwiſchenachſe F, und das dritte G an das Ende der Achſe des Brechcylinders B′ befeſtigt iſt. Zwei Zahnräder H H′ von gleichem Durchmeſſer übertragen die Bewegung dieſes Cylinders ſeinem Nachbar B.

Dieſer Apparat kann nicht bloß als Kohlenquetſcher, ſondern auch zum Zermalmen gemiſchter holziger Subſtanzen, ſo wie als Former dienen; wenn man annimmt, daß die Formen an dem untern Theil der glatten Cylinder C C′ ſtehen, ſo kann das Material natürlich durch den Druck dieſer Cylinder ſelbſt in die Formen gedrückt werden.

Payen zufolge, welcher ſich viel mit dieſer Induſtrie beſchäftigt hat, reicht eine Kraft von 3 Pferden zur Zermalmung von 300 Hektoliter binnen 24 Stunden hin. Die zu Kohlen geformten Stoffe werden mit 8 bis 12 Hunderttheilen Waſſer angefeuchtet.

Der Miſchapparat, welcher hauptſächlich dazu beſtimmt iſt das Kohlenpulver mit dem Theer oder einer andern bindenden Maſſe zu vermiſchen, beſteht aus zwei langen blechernen Kufen von cylindriſcher Form, in denen ſich Schaufeln mit ſchraubenförmiger Oberfläche bewegen, welche die Stoffe umrühren. Der Apparat iſt Blatt **102** Fig. 1 im Aufriß oder im Längendurchſchnitt, in Fig. 2 und 3 in der Endanſicht der erſten Kufe und im Querſchnitt der andern Kufe dargeſtellt; Fig. 4 iſt ein allgemeiner Grundriß über den beiden Kufen.

Wenn nun die Vermiſchung der Gerberlohe oder einer andern holzigen Subſtanz mit der zu Pulver zerſtampften Kohle vorgenommen werden ſoll, ſo bringt man über den Apparat zwei Paar kannelirte Cylinder in horizontale Ebene, und dieſe Cylinder werden dann durch einen beſondern Trichter mit Stoff verſorgt.

Es wird alſo die vorher durch die Walzen des Brechapparates in eine Kufe geworfene Kohle als Staub in den Trichter A′ vermittelſt einer Becherkette geführt, von wo ſie ſich natürlich zwiſchen den beiden erſten Vertheilungscylindern C C′ ausſchüttet.

Die Gerberlohe oder holzige Subſtanz wird vermittelſt eines auf einer geneigten Eiſenbahn rollenden Kippwagens in den zweiten Trichter A^2 geſchüttet, von wo ſie zwiſchen die beiden Cylinder D D′ fällt, welche ebenfalls kannelirt ſind. Ein Hahn regulirt die Eingießung des Theers an dem Kopf der Kufe A in dem Augenblick ſelbſt, in welchem die beiden erſten Subſtanzen durch die Umdrehung der beiden Cylinderpaare in dieſer Kufe vertheilt werden.

Die drei in dieſe erſte Kufe geſchütteten Subſtanzen werden durch eine Reihe von blechernen Schaufeln f, die in Schraubenform gewunden und mit koniſchen eiſernen Spindeln f′ verſehen ſind, zuſammengemiſcht. Dieſe Schaufeln, welche alle an einer eiſernen horizontalen Achſe Q befeſtigt ſind, haben den Zweck die Stoffe beim Umdrehen vollkommen zu vermengen und ſie durch die ganze Länge der Kufe zu treiben, um ſie in den eigentlichen Brech-

Digitized by Google

apparat hinüber zu schaffen, welcher aus zwei wie die vorigen kannelirten Cylindern H H' besteht, die durch ihre umdrehende Bewegung die Stoffe drücken, zusammenpressen und brechen, ohne sie zu Pulver zu verkleinern, und sie in eine zweite Kufe K von derselben Konstruktion als die erste fallen lassen.

Diese zweite Kufe hat den Zweck die durch die Brecheylinder gegangenen Stoffe ein zweitesmal und innig zu vermischen und sie zum andern Ende des Apparats hinzutreiben. Eine breite Rolle, welche an dem Ende der Schaufelachse befestigt ist, trägt eine Becherkette, um die Stoffe aufzunehmen und sie in den Trichter der Formmaschine zu werfen.

Die Umdrehungsbewegung wird der Achse Q durch ein Zahngetriebe N an der Triebwelle N', welche eine Leitrolle M und eine lose Rolle M' führt, mitgetheilt. Dieses Getriebe greift in das Stirnrad O ein, das an der Achse der Schaufeln außerhalb der Kufe und des gußeisernen Gerüstes S befestigt ist. Die Achse Q ist quadratisch und alle Schaufeln sind durch Druckschrauben daran befestigt; sie wird von vier mit Lagern versehenen Stühlen getragen, welche mit dem Gestell S' der Kufen in Verbindung stehen.

Die umdrehende Bewegung wird dem Vertheilungscylinder D' durch ein Getriebe D² mitgetheilt, welches nebst der Rolle D' an der Achse des Cylinders D befestigt ist. Dieses Getriebe greift in das Rad D' an dem Ende der Achse des Cylinders D' ein. Zwei Getriebe von demselben Durchmesser T T', die auf den Wellen der Cylinder D D' befestigt sind, übertragen die Bewegung von einer zur andern.

Eine ähnliche Bewegung bewirkt die Umdrehung der Vertheilungscylinder C C'.

Die Achsen dieser 4 Cylinder liegen in Lagern P, welche mit den mit dem Gerüste SS' verbundenen Sohlplatten P' verbolzt und verkeilt sind. Die den Brecheylindern HH' mitgetheilte Bewegung unterscheidet sich von der der Vertheilungscylinder DD' nur dadurch, daß die zwischen liegenden Zahnräder H² H', die ihre Umdrehungsbewegung einander mittheilen, in dem Verhältniß wie 1 : 3 stehen, so daß der Cylinder H' sich dreimal schneller drehet als der Cylinder H und auf diese Weise den Stoff fortreißt, indem dieser zusammengepreßt wird.

Die Achsen dieser beiden Cylinder liegen in Lagern V, die mit den Sohlplatten V' verbolzt und verkeilt sind; die letztern sind auf den Hölzern befestiget, welche die Stühle S' der Kufen tragen. Eine Art von Klammer oder Kamm X, der mit der Kufe verbunden ist, wirkt als Kamm und putzt die konischen Spitzen f' ab. Eine ähnliche Vorrichtung ist für die Schaufeln vorhanden.

Mit einem Vermischungssystem mit schiefen Rädern, wie es Fig. 11 (Blatt **102**) dargestellt ist, welches Hr. Pepelin außer den obigen Vorrichtungen in Gebrauch hat, kann man 300 Hektoliter Kohlen und Theer binnen 24 Stunden und nur mit dem Aufwande von einer Pferdekraft vermengen. Die Mischung besteht gewöhnlich aus 33 bis 40 Liter Theer für 100 Kilogr. Kohle.

Formmaschine. — Der Maschinen zum Formen der künstlichen Kohle sind in dem genannten Etablissement zweierlei; die eine beruht auf der Anwendung cylindrischer Kolben, welche sich in Matrizen von derselben Form bewegen, um den Stoff zusammen zu drücken und ihn in mehr oder minder lange Stäbe zu formen. Der Hauptbestandtheil des andern Apparats ist eine Schraube ohne Ende mit lang gezogenen Gängen, welche den Zweck haben den Stoff in eine konische Matrize zu führen, wo er gepreßt wird und als cylindrischer Stab wieder daraus hervorgeht. Die erste dieser Maschinen ist in Fig. 5 bis 8 (Blatt **102**) dargestellt, und zwar Fig. 5 zur Hälfte in äußerer Ansicht und zur Hälfte im Längendurchschnitt; Fig. 6 im Querschnitt der Mitte der Maschine; Fig. 7 im horizontalen Durchschnitt und zwar zur Hälfte durch die Formen, und zur Hälfte in äußerer Ansicht; Fig. 8 ist ein Theil des Längendurchschnittes bei der Annahme, daß die Kolben unten sind.

Aus diesen Fig. ist sowohl die Konstrukzion der Maschine als ihre Leistungen sehr leicht ersichtlich. Die aus der letzten Kufe des Mischapparats hervorgehende Masse wird, wie wir weiter oben gesehen haben, vermittelst einer Becherkette weggenommen und in den mit Scharnier versehenen Trichter A übertragen, welcher so eingerichtet ist, daß die beiden Seiten sich einander nähern und voneinander entfernen können, wie es in Fig. 6 dargestellt ist. Der Apparat besteht aus einem langen gußeisernen Balken B, welcher in gleich weiten Entfernungen und in zwei parallelen Reihen 12 senkrechte Kolben oder Setzer C und 14 Stoßkolben D führen; die letztern, welche länger sind als die Setzkolben, sind nach ihrer ganzen Länge genau cylindrisch, während die Setzkolben mit einem breiten Ansatz

Digitized by Google

endigen, Uebrigens erhalten beide eine abwechselnd auf und abgehende Bewegung durch die beiden Stirnräder E, welche sich an jedem Ende der Kurbel befinden und die Kurbelwarzen e tragen. Diese Räder werden bewegt von zwei gleichen Getrieben f, die an den Enden der liegenden eisernen Welle g angebracht sind, woran die beiden Schieben Q und Q^1 sitzen.

Zwei Bläuelstangen G verbinden die Kurbelwarzen mit den Zapfen des großen Balkens B und verwandeln also die ununterbrochene Umdrehungsbewegung, welche den Zahnrädern mitgetheilt wird, in eine geradlinige Bewegung. Die Folge davon ist, daß die Setzkolben C in ihrem Gange nach abwärts die in dem Trichter A enthaltene Masse gegen den Boden der Taschen h drücken, die in dem gußeisernen Block H angebracht sind, welcher unter dem Trichter liegt. Diese Taschen sind im untern Theil konisch, um den Eintritt und das Zusammendrücken der Masse in die cylindrischen Formen i und i' zu erzwecken, welche in gleichem Abstande angebracht sind nach der ganzen Stärke der beweglichen gußeisernen Röhre l, welche während der Arbeit oder eigentlich bei jedem Guß weggenommen werden muß, was durch das horizontale Excentrik J an dem einen Ende bewirkt wird.

Ist demnach die Masse in die erste Reihe der Formen, i z. B., gedrückt worden, und es sind folglich durch ihre aufsteigende Bewegung die Stoßkolben von den Formen i frei geworden, so entfernt das Excentrik J das ganze gußeiserne Stück l der Art, daß die gefüllten Oeffnungen i vor i' der Wirkung der Stoßkolben und dagegen die Oeffnungen i' vor i der Wirkung der Setzkolben ausgesetzt werden.

Die Rotazionsbewegung wird dem Excentrik J durch die Kegelräder J^1 und J^2 mitgetheilt, welche in dem umgekehrten Verhältniß von 1 : 2 angeordnet sind. Das Winkelgetriebe J^1 hat eine Art von angegossener Scheibe, um seine Bewegung durch die Warze e des Stirnrades E zu empfangen, mit dem es in Verbindung treten muß.

Vier senkrechte gußeiserne Säulen K K' sind durch die Riegel k k' miteinander verbunden und dienen dem beweglichen Balken B als Führer, welcher die Setz- und Stoßkolben trägt und zugleich den Block H mit in Verbindung bringt, so daß nur ein einziger Körper mit dem untern Gerüst M gebildet wird, das ebenfals von Gußeisen und die Grundlage des ganzen mechanischen Systems ist, auch die Lager S der Achse der beiden Stirnräder, so wie die Lager S' der Achse des Getriebes trägt, durch das sie in Bewegung gesetzt werden. An den vier Ecken des Gerüstes befinden sich die vier Sockel der Säulen K, und es sind dieselben mit der horizontalen Sohlplatte L zusammen gegossen, welche die Stelle der Stützplatte unter den Matrizen vertritt und unter den Setzkolben voll, unter den Stoßkolben aber durchbrochen ist. Auf dieser gußeisernen Platte L gleitet der Formträger hin und her, welcher seine sehr langsame hin und hergehende Bewegung von dem Excentrik empfängt. Wenn man will, so führt man Dampf in die untern und geschlossenen Theile l dieses Formträgers ein, um die Wände zu erwärmen und das Ankleben des Theers an die innern Wände der Formen zu vermeiden.

Diese sinnreiche von Hrn. David komponirte Maschine wird von zwei Frauen oder jungen Leuten bedient, welche weiter nichts zu thun haben als Bretter unter die feste Platte L zu schieben, worauf die Stäbe fallen, je nachdem sie von den Stoßkolben durch die Formen i getrieben werden. Es ist begreiflich, daß schon dadurch, daß man mit 12 Formen gleichzeitig arbeitet, bei jedem Stoß, d. h. bei jeder Umdrehung der Stirnräder E 12 Stäbe oder kleine Cylinder künstlicher Kohle erzeugt werden. Man erhält daher, wenn man annimmt, daß bloß 20 Umgänge pro Minute gemacht werden, $12 \times 20 \times 60 = 14400$ Stäbe pro Stunde oder $14400 \times 10 = 144000$ pro Arbeitstag von 10 Stunden, die man mit dieser einzigen Maschine produciren kann, wenn kein Aufenthalt stattfindet.

Eine einfache Maschine, welche vier Cylinder preßt und vier andere aus den Formen treibt, erzeugt mit einem Manne, vier Frauen und mit der Kraft von 6 Pferden beiläufig 150 Hektoliter solcher Stäbe in einem Arbeitstage.

Die zweite Formmaschine des Herrn Popelin-Ducarre, welche auf dem Princip der archimedischen Schraube beruht, ist in Fig. 9 im Längendurchschnitt durch die Achse, in Fig. 10 im Querschnitt, und in Fig. 11 in äußerer Seitenansicht am Ende der Form dargestellt. Diese Maschine ist ebenfalls von Herrn David. Die aus den Mischapparaten (Fig. 1 und 2) hervorkommende Masse wird in den gußeisernen Trichter A geschüttet, der sie in das Innere des seiner ganzen Länge nach gebohrten und durch einen abgeflachten ebenfalls ausgebohrten Kegel B' geschlossenen Cylinders B vertheilt

Digitized by Google

An dem Bügel, welcher an der kleinsten Base dieses abgestumpften Kegels seinen Platz hat, ist eine gußeiserne Form C von innerer cylindrischer Gestalt und zwar mit doppelter Wand angebracht, um sie im Nothfall durch einen Dampf- oder Wasserstrahl erwärmen zu können.

In dem großen Cylinder B ist eine Schraube ohne Ende oder archimedische Schraube von Blech mit 0m015 Steigung, welche bei der umdrehenden Bewegung, die ihr durch das Stirnrad D und von dem Getriebe D' mitgetheilt wird, den Zweck hat, die Masse nach Maßgabe, als sie aus dem Trichter fällt, vorwärts zu schieben und sie in die Form C zu pressen. Ein kreisförmiges Excentrikum E an dem Ende der Welle des Getriebes D' setzt ein blechernes Ventil V in Bewegung, das an dem Ende der Form verschiebbar ist und in seinem vor dieser Form hin und hergehenden Gange die Stäbe abschneidet, sobald sie nach außen entweichen. Der Kern der Schraube ist hohl, um Dampf einführen zu können, welcher durch das mit einer Stopfbüchse versehene Rohr K und durch die Doppelwand der Form dahin gelangt. Diese Erwärmung hat den Zweck, das Anhängen des Theers an die Wände der Cylinderschraube und der Form zu verhindern.

Es ist begreiflich, daß mit dieser, übrigens sehr einfach konstruirten Maschine nicht so viel geleistet werden kann als mit der vorher beschriebenen. Dreht man indessen die Schraube mit einer Geschwindigkeit von 50 Umgängen pro Minute, so wird der Effekt pro Stunde, da man bei jeder Umdrehung einen Stab von 0m12, Länge der Steigung, erhalten kann, 50 × 60 = 3000 oder 3000 × 10 = 30000 Stäbe pro Tag von 10 Arbeitsstunden betragen. Mit 5 solchen Maschinen kann man daher 150000 Stäbe von 0m 12 Länge pro Tag erzeugen. Diese Stäbe oder Cylinder der geformten Masse werden 36 bis 48 Stunden lang in einen geschlossenen Ort gebracht, um durch eine erste Trocknung eine größere Konsistenz zu erhalten.

Verkohlungsofen (Blatt **103**). — Herr Popelin kam nach und nach auf verschiedene Einrichtungen der Oefen zur Verkohlung seiner Stäbe künstlicher Kohle, von denen wir jedoch nur die zwei hauptsächlichsten anführen, nämlich diejenigen, in welchen sich die günstigsten Bedingungen einer regelmäßigen und ökonomischen Verkohlung vereinigen.

Die erstere dieser Einrichtungen besteht aus 4 Oefen, ist in den Fig. 3 und 4 (Blatt **103**) dargestellt, und zeichnet sich durch die Anwendung beweglicher Karren aus, welche die mit Stäben gefüllten Körbe tragen und auf einer Eisenbahn gehen. Die aus den Formmaschinen kommende Kohle wird in töpferne Muffeln A gefüllt, welche man „Ziegel“ nennt und welche man in gehöriger Quantität auf die bewegliche Herdmauer oder den eigentlichen Wagen C setzt, welcher auf der Eisenbahn D in den Ofen geschoben wird. Ist der Ofen geschlossen, d. h. ist die Thür K' heruntergelassen und sorgfältig kutiet, so heizt man die ganze Masse dieser Töpfe, indem man den Rost G mit Brennmaterial besorgt. Die durch die Verkohlung entstehenden Gase entweichen durch die Oeffnungen O, welche durch den großen Kanal O' mit einem für alle Oefen gemeinschaftlichen Schornstein in Verbindung stehen.

Herr Popelin faßte die Meinung, daß ein Theil dieser brennenden Gase, wenn sie in die Kanäle eines Dampfkessels geleitet werden, mehr als hinreichend sein würden, um den letztern zu heizen und den erforderlichen Dampf zum Betriebe der Maschine zu erzeugen, durch welche die vorhergehenden Apparate ohne Anwendung irgend eines andern Brennmaterials in Bewegung gesetzt werden.

Wenn die Verkohlung stattgefunden, so wird die Ofenseite K' geöffnet, und zieht man den Wagen heraus, so führt man ihn auf die Plateform eines zweiten Wagens X, welcher in einem niedrigern Niveau steht und auf einer zweiten Eisenbahn P sich bewegt, welche senkrecht auf die des Ofens gerichtet ist. Dieser zweite Wagen, welcher mit dem ersten beladen wird, bringt diesen auf eine nach außen und zu der Werkstätte führende Bahn, wo die Operazion des Ausnehmens der Ziegel vorgenommen wird.

Jeder Ofen hat einen solchen Wagen mit der dazu gehörigen Eisenbahn. Der zweite Wagen X, welcher auf der Bahn P hin und hergeht, ist allen Oefen gemeinschaftlich und ersetzt die Drehscheibe. Auf solche Art werden die Arbeiten ungemein erleichtert und sehr schnell ausgeführt.

Bei dieser Operazion der Verkohlung der Stäbe hat der Fabrikant die beiden folgenden wichtigen Punkte zu verbinden gesucht:

1. Die Anwendung des beweglichen Herdes oder des eigentlichen Wagens C, vermittelst dessen man 8 bis 10 Hektoliter geformter Kohle in den Ofen bringen

Digitized by Google

und herausnehmen kann, wenn man die Eisenbahn zu Hülfe nimmt, welche fast gar keinen Widerstand leistet.

2. Die Leichtigkeit diese Wagen von den Oefen aus bis zu der Verkohlungswerkstatt vermittelst eines andern Wagens X zu transportiren, der sich in einer senkrechten Richtung bewegt.

Jeder Wagen C liegt auf 6 Rädern oder Rollen C', deren Achsen an die Armaturen selbst angebracht sind, womit sie versehen werden. Er ist so eingerichtet, daß die Flammen des Herdes G und die durch die Verkohlung entstehenden weder die Armaturen noch die Räder erreichen können.

Die zweite Einrichtung der Popelinschen Oefen ist in den Fig. 5, 6 und 7 (Blatt **103**) dargestellt. Sie besteht in doppelten Muffeln M von 0m 11 Stärke, welche von Ziegeln erbaut und von dem Herd B aus erhitzt werden. Die Verbrennungsprodukte umhüllen diese Muffeln, indem sie zwischen und hinter ihnen in den Kanälen C und D cirkuliren, in den Kanälen E wieder zurückkehren und dann durch die Oeffnungen f und die unteren Leitungen g in einen gemeinschaftlichen Schornstein hinter den Ofen ziehen, von wo sie zu einem Dampfkessel geführt werden, um daselbst die ihnen noch beiwohnende Hitze zu benützen. Die geformten und getrockneten 0m 12 langen und 0m 04 im Durchmesser haltenden Kohlencylinder cc (Fig. 7) werden senkrecht in zwei Höhen in Kapseln von gebrannter Erde oder in gußeisernen cylindrischen Gefäßen A aufgestellt, welche, 24 an der Zahl, auf den Wagen j in 3 Reihen übereinander gesetzt werden. Das Ganze wird dann auf einer kleinen Eisenbahn, deren letzte bewegliche Schienen an die festen Schienen des Herdes in den Muffeln anstoßen, in den Ofen gebracht *). Eine gußeiserne mit Ziegeln verkleidete Thür K schließt den ganzen vordern Theil jeder Muffel; die Fugen werden mit Thon lutirt und das Feuer wird angemacht. Zwischen der Thür und den Gefäßen kann man mit breiten trocknen Ziegeln eine Mauer aufführen, welche die Hitze zusammenhält; sie aber in einigen Minuten wieder abreißt, wenn es Zeit ist die Muffeln auszutragen. Das was von wässerigen Theilen in den geformten Cylindern zurückgeblieben ist, entweicht bald als Dampf durch die kleinen Oeffnungen n; dann setzt ein Theil der Kohlenwasserstoffe des Theers eine gewisse Quantität seines Kohlenstoffes in den Zwischenräumen der Kohlencylinder ab; der von diesen Kohlenstoffen ausgehende Dampf macht sich dagegen durch die Oeffnungen n frei; werden die äußern Wände der Muffeln rothglühend, so müssen sich diese Produkte beim Herausströmen aus den Muffeln durch die kleinen Kanäle entzünden; Zugslöcher m (Fig. 5), welche man durch ein eingesetztes Ziegelstück verengen kann, führen die äußere Luft herbei, die sich beim Durchstreichen durch das Mauerwerk etwas erwärmt und die Verbrennung unterhält. Die erzeugte Flamme umströmt also die Muffeln, um sich durch die Kanäle C, D, E in die Leitungen g des Rauches zu begeben.

Die Verbrennung der flüchtigen Produkte genügt bei aufeinander folgenden Operazionen zur Bewirkung der Verkohlung.

Um nun die Temperatur auf einen ziemlich hohen Grad und in regelmäßiger Art zu erhalten, um die Dämpfe und Gase zu entzünden, muß man dafür Sorge tragen, die Muffeln jedes Ofens alle 6 Stunden zu beschicken; es ist daher alle 6 Stunden eine Muffel zu leeren, weil die Verkohlung 12 Stunden dauert.

Das Dämpfen oder Ersticken. — Durch das Schauloch m', das für einen Augenblick geöffnet wird, überzeugt man sich, ob sich durch die kleinen Kanäle n, welche sich in den Wänden einer jeden Muffel befinden, keine Flamme mehr entwickelt und daß folglich die Verkohlung beendigt ist. Dann öffnet man eine der Thüren K, legt die beweglichen Schienen vor, und zieht mit einem Haken den Wagen aus dem Ofen hervor, um ihn in eines der benachbarten Magazine zu schieben; dann lutirt man die Fugen zwischen den Gefäßen, um eine theilweise Einäscherung zu verhüten, und eben so die Fugen der Deckel b (Fig. 7). Hiernach bringt man zwei oder drei andere Wagen, die schon mit ihren mit Kohlencylindern gefüllten Ziegeln vorbereitet sind, in den Ofen. Nach Verlauf von 6 Stunden wiederholt sich dasselbe Manoeuvre für die zweite Muffel und für jede andere Muffel an den folgenden Tagen.

Sechs oder acht Stunden nach dem Ausnehmen der Muffeln öffnet man die Ziegel, leert sie im Magazin aus und die Wagen kehren auf der Eisenbahn zu den Werkstätten zurück, wo sie von neuem beladen werden.

Man kann auf diese Weise in jeder Muffel zwei Verkohlungen in 24 Stunden vornehmen.

*) Man hat auch gute Resultate erhalten, indem man die Verkohlung in cylindrischen Oefen von 2m 50 Durchmesser und 3m 0 Höhe mit einer Oeffnung von 0m 70 im Gewölbe, so wie mit einer untern Oeffnung von 0m 60 in □ vornahm.

Digitized by Google

Das so eben beschriebene Fabrikazionsverfahren beschränkt sich aber nicht auf das erwähnte Rohmaterial, jene Rückstände, welche so nützlich benützt werden, sondern man kann hierzu auch die Kohle benutzen, welche durch Verkohlen von kleinen Holzreisern, Heidekraut, Ginster und ähnlichen Pflanzen erhalten wird, die sonst keine Anwendung finden und namentlich zum gewöhnlichen Verkohlen nicht gebraucht werden können.

Anwendungen. — Diese geformten Kohlen sind zum Heizen bei allen Vorrichtungen in der Küche und dem Laboratorium anwendbar; in Folge ihrer in der Regel langsamen und regelmäßigen Verbrennung ist der Verbrauch im Vergleich mit gewöhnlicher Holzkohle viel geringer. Namentlich gewährt das Erhitzen mittelst geformter Kohle bei Elementaranalysen den Vortheil einer leichter zu regulirenden Temperatur und einer viel geringern den Operateur sonst so belästigenden Wärmeausstrahlung. Kurz bei den Operazionen im Laboratorium sowohl als in den Küchen der Haushaltungen gewähren diese Kohlen im Allgemeinen nicht unbedeutende Vortheile; da ihre Fabrikazion die Verwendung der kleinen Ueberreste verschiedener Kohlenarten und der Kohls ermöglicht, so kann man mit dem neuen Brennmaterial je nach den Zwecken, so wie den Sorten und Preisen desselben wechseln. Die Produkte dieses neuen Industriezweiges werden in vielen öffentlichen Anstalten zu Paris, bei Privaten und in Laboratorien angewandt.

Apparate des Hrn. Moreau zur Erzeugung künstlicher Brennmaterialien.

Diese von Hrn. David ausgeführten und zur Anfertigung der künstlichen Kohle, welche „Wirthschaftskohle“ genannt wird, bestimmten Apparate bestehen aus:

1. einer mechanischen Brechvorrichtung, welche aus zwei kannelirten abgerundeten Rädern, die in einem runden Trog gehen, zusammengesetzt ist;

2. einem Mischapparat nach demselben Princip, jedoch mit einem Behälter mit doppeltem Boden, zwischen den ein Dampf- oder Warmwasserstrahl eingeführt werden kann;

3. einer Maschine mit doppelter Form, welche direkt mit Dampf betrieben wird;

4. einem Verkohlungsofen mit einer besondern Einrichtung zur Auffammlung des Gases, das durch die Verdampfung des Theers entsteht.

Diese verschiedenen Apparate haben verschiedene eigenthümliche Kombinazionen, welche von um so größerm Interesse sein dürften als sie auch mit Modifikazionen zu andern Industriezweigen zu verwenden sind.

Der Brechapparat. — Die Fig. 8. 9. 10. (Blatt **103**) stellen denselben in Ansicht, Grundriß und senkrechten Durchschnitt dar. Er hat die Bestimmung, den Kohlenstaub oder die Abfälle von Holzkohlen, die vorher durch ein Mehlsieb passirt sind, um die feinsten Theile davon abzusondern, damit sie nicht unnützerweise in den Apparat gebracht werden, zu pulverisiren. Dieser Brecher, welcher im Princip Aehnlichkeit mit dem Systeme der Wagen hat, die bei der Fabrikazion des Mörtels gebräuchlich sind, besteht:

1. aus einem runden gußeisernen Troge A, der entweder auf einem Holzgestell oder auf einem Mauerblock liegt, an seinen innern Rändern durch ein großes Kreuz C verbunden ist und den Zweck hat das Lager einer eisernen senkrechten Achse D aufzunehmen;

2. aus zwei senkrechten gußeisernen Stirnrädern E, welche frei auf einer aus zwei Stücken bestehenden Achse F laufen und deren Kranz nach einem Kreisstück abgerundet und mit eckigen Kannelirungen versehen ist, welche die sich ihnen entgegenstellende Masse zerbrechen.

Die beiden Theile, woraus die Welle F besteht, passen in die Einschnitte einer gußeisernen Platte G an der stehenden Welle D und werden darin einfach durch einen starken eisernen Bolzen a gehalten, der ihnen im nöthigen Falle eine geringe Neigung gestattet, je nachdem die in dem Troge befindliche Quantität der zu zerbrechenden Masse größer oder kleiner ist, und je nachdem die kannelirten Räder höher oder niedriger stehen, wenn sie sich in dem Troge drehen. Die Welle D wird durch das Winkelrad H, das an ihrem untern Theil befestigt ist und von dem Getriebe I in Bewegung gesetzt wird, gedreht; das Getriebe I ist an der liegenden Welle J befestiget, welche ihre Umdrehung von einem Motor empfängt. Die Spindel D geht in dem Zapfenlager b des gußeisernen Stuhles K. An dem obern Theil der Platte G ist ein Holz L befestiget, an dessen einem Ende sich ein oder zwei blecherne Kratzen c befinden, welche nach umgekehrter Richtung schräg stehen, um beständig die zu brechenden Körper nach der Mitte des Troges zu scharren, damit sie von den sich in denselben bewegenden Rädern gehörig zermalmt werden.

Wenn man glaubt, daß die Maſſe gehörig zerdrückt iſt, ſo läßt man den blechernen Aufräumer M hinunter, der ſich an einer ſenkrechten Stange befindet, die an das Ende des großen Hebelsarmes N befeſtigt iſt, welcher auf der andern Seite einen Handgriff zum Niederdrücken für den Arbeiter hat; gleichzeitig wird die unter der Oeffnung O angebrachte Klappe geöffnet, durch welche die zerſtoßene Maſſe mit zwei oder drei Umdrehungen des Aufräumers aus dem Troge hinab fällt. Die Operazion wird dann von neuem begonnen, indem die gehörige Quantität Material in den Trog geworfen wird.

Da die den Quetſchrädern mitgetheilte Bewegung ſehr beträchtlich iſt, weil ſie auf 30 bis 40 Umdrehungen pro Minute geſteigert werden kann, ſo iſt auch jede Operazion in kurzer Zeit zu bewirken. Die Maſchine eignet ſich daher zu einem großen Betriebe.

Der Miſchapparat (Fig. 11) —. Dieſer Apparat, in welchen man die Maſſe bringt, wenn ſie aus dem Brechapparat gekommen, hat auch viele Aehnlichkeit mit dieſem letzten; trotzdem weicht er davon ſowohl in der Form als in der Konſtrukzion ab. So iſt der kreisrunde Recipient anders eingerichtet; anſtatt einer halbringförmigen Schale bildet er eine Art von koniſchem Gefäß mit angegoſſenen innern Rändern zur Aufnahme einer runden Platte a, mit welcher man den untern Theil ſchließt, um einen Doppelboden zu bilden, damit der Apparat entweder durch einen Dampfſtrahl oder mit heißem Waſſer erwärmt werden kann. Dieſe Erwärmung erfordert der fette Theer, welcher als bindende Subſtanz bei einer hinreichend hohen Temperatur angewendet wird.

Der Trog ſteht auf einem Mauerblock B, in welchem ſich der gehörige Raum für die liegende Welle J befindet, die wie bei dem Brechapparat der ſtehenden Welle D ihre Bewegung durch die Winkelräder H und I mittheilt. Die beiden Räder oder gußeiſernen Mühlſteine E, welche durch ihre Umdrehung die Miſchung der Materialien bewirken ſollen, haben eine koniſche Form, und ihr Kranz hat eine Art von ſtarkem Zahnwerk, in deſſen leere Räume die bindende Subſtanz eindringt. Dieſe Mühlſteine laufen übrigens wie bei dem vorigen Apparat frei auf den Achſen F, die in der gußeiſernen Platte G, welche an der ſtehenden Welle befeſtiget iſt, ihren Verbindungspunkt haben. Auch hier iſt ein Syſtem von Kratzen und Aufräumern wie bei dem Brechapparat angebracht, um die Maſſe unter die Räder zu bringen und um den Trog auszuräumen, wenn man gefunden hat, daß die Miſchung vollſtändig und die Verbindung hinreichend iſt.

Es iſt begreiflich, daß die Leiſtung dieſer Maſchine mit der des Brechapparats korreſpondirt; es wird ihr dieſelbe Geſchwindigkeit mitgetheilt und folglich iſt die Arbeit dabei auch dieſelbe. Es iſt indeſſen zu bemerken, daß es gut iſt vor dem Herausnehmen des kompakten Teiges, den die Maſſe nach ihrer Miſchung bildet, etwas weniges Waſſer in den Trog zu gießen, wodurch das Formen erleichtert wird. Als wir vor ganz kurzer Zeit die Fabrik des Hrn. Popelin-Ducarre in Paris beſuchten, fanden wir daſelbſt einen ähnlichen Apparat zum Miſchen der Stoffe, welcher ſehr gute Dienſte that.

Die Formmaſchine, wie ſie auf Blatt **104** dargeſtellt iſt, wird ohne ein anderes Organ als den Kolben, auf welchen der Dampf nacheinander rechts und links wirkt, um eine gewiſſe Anzahl von Stäben bald auf der einen, bald auf der andern Seite zu formen, in Bewegung geſetzt. Fig. 1 iſt eine Anſicht nach der Länge dieſer Maſchine; Fig. 2 iſt eine von oben geſehene Horizontalanſicht; Fig. 3 ein ſenkrechter Durchſchnitt durch die Mitte nach der Linie AB in Fig. 2; Fig. 4 und 5 ſind zwei parallele Querſchnitte nach den Linien CD und EF.

Der Dampfcylinder A, in welchem ſich der Treibkolben B bewegt, liegt horizontal und iſt mit Lappen auf zwei Hölzern C befeſtigt, welche nebſt den beiden ſtarken Querſchwellen D das ganze Gerüſt der Maſchine bilden, deren ſämmtliche Theile durch die horizontalen gußeiſernen Säulen C^1 zu einem Ganzen verbunden ſind. Die eiſerne Stange E des Kolbens verlängert ſich nach beiden Seiten, um ſich mit den beiden gußeiſernen Setzkolben FF^1 zu verbinden, welche dazu beſtimmt ſind die Maſſe zu komprimiren und ſie in die Matrizen zu drücken, um runde Stäbe von beliebigen Dimenſionen zu bilden.

Die gußeiſernen Büchſen GG^1, in welchen ſich dieſe Setzkolben bewegen, ſind mit kleinen Trichtern HH^1 verſehen, in welche die mit ihrem Bindemittel gemiſchten Materialien von dazu abgerichteten Kindern geworfen werden. Dieſe Büchſen gehen bei H^1 mit Trichtern aus, die mit ihnen verbolzt ſind; an ihren Baſen legen ſich die eigentlichen Matrizen JJ^1 an; ſie ſind hohl ausgedreht, damit ſich die letztern um ſich ſelbſt bewegen können, während ſie gehörig zuſammentreffen, ſobald ſie

Digitized by Google

in ein und derſelben Ebene liegen. Die Matrizen JJ' ſind ebenfalls von Gußeiſen und mit 12 cylindriſchen Löchern durchbrochen, durch welche 12 Kohlenſtäbe mit einemmale geformt werden. Sie ſind, wie aus Fig. 6 zu erſehen, mit 2 Zapfen a gegoſſen, die in den Lagern KK' liegen und ungehindert eine Viertelumdrehung um ſich ſelbſt machen können. Die Zapfen gehen über die Lager hinaus und tragen an der einen Seite die Gegengewichte LL', welche dem Syſtem das Gleichgewicht halten, und an der andern die kurzen Kurbeln MM', durch welche ſie gedreht werden. Mit der Warze b einer jeden Kurbel ſind die eiſernen Bläuelſtangen NN' verbunden, welche auf der andern Seite durch Gelenke mit ähnlichen Warzen c in Verbindung ſtehen, die ſich an den Speichen des großen Stirnrades von Gußeiſen O befinden, das ſich um einen Zapfen des Balkens C dreht. In dieſes Rad greift ein Zahngetriebe P ein, deſſen verlängerte Achſe o eine Kurbel Q trägt, die mit der Hand bald nach der einen, bald nach der andern Richtung gedreht wird.

Die kleinen Kolben gg', Stoßkolben genannt, paſſen in jede Form hinein (Fig. 3) und ſind durch eine Scheidewand h geführt, welche mit jeder Matrize zuſammengegoſſen iſt; ſie ſind durch eine eiſerne Platte miteinander verbunden und werden durch eine Schraubenmutter angezogen. Mit dieſen Stoßkolben werden die Stäbe nach ihrem Formen ausgeſtoßen, zu welchem Behuf der Mechaniker eine gußeiſerne Scheibe R oder R' angebracht hat, welche an einer eiſernen Stange i befeſtigt iſt, die man vermittelſt des großen mit Gegengewicht verſehenen Schwungbebels S oder S', deſſen Stützpunkt j auf den kleinen Säulen T liegt, nach Belieben ſenken und heben kann.

Aus dieſen Zeichnungen iſt das Spiel der Maſchine und die Funkzion der einzelnen Organe derſelben ſehr leicht zu erkennen. Zuvörderſt iſt zu bemerken, daß der Gang der Maſchine intermittirend und nicht kontinuirlich und gleichmäßig iſt wie bei den gewöhnlichen Dampfmaſchinen. Der mit ihrer Handhabung betraute Arbeiter muß ſie in den nöthigen Augenblicken arbeiten laſſen. Während der Arbeit hält er den Griff des horizontalen Hebels U nieder, an welchem durch ein Gelenk die Stange k des Vertheilungsſchiebers V befeſtiget iſt, der über den Oeffnungen des Cylinders in der Dampfeinlaßbüchſe X liegt.

Nehmen wir nun nach Fig. 3 an, daß ſich der Schieber in einer Zwiſchenſtellung befindet, ſo daß das Innere des Cylinders rechts vom Kolben durch die Oeffnung l und die Ausſtrömung m in Verbindung bleibt mit dem Aeußern, was dem einen Augenblick zuvor eingeſtrömten Dampf geſtattet nach und nach zu entweichen. Da nun dieſer Dampf während des Einſtrömens den Kolben von rechts nach links gedrückt hat, ſo mußte der linke Stoßkolben F' denſelben Weg machen, und die Maſſe, welche ſich in der Büchſe G' befand, in die korreſpondirende Matrize J' ſtoßen und folglich die Formen bis an die Kolben g' füllen, welche ihnen einen falſchen Boden abgeben. Während dieſer Zeit aber hat ſich der andere Stoßkolben F, welcher ſich an der rechten Seite des Apparates befindet, zurückgezogen und hat das Innere der Büchſe G frei gemacht. Der an dieſer Seite ſtehende Arbeiter konnte nun den Formenträger J um ſich ſelbſt drehen, um ihm die angedeutete ſenkrechte Stellung zu nehmen, und drückt er dann auf das Ende des großen Hebels S, ſo müſſen die Kolben g ſich ſenken und die Kohlenſtäbe, die in den Formen J enthalten ſind, in das blecherne Gefäß hinausdrücken, das von einen Kinde ſogleich in die Trockenſtube gebracht wird. Wenn der Kolben bis zum Ende ſeines Laufes gelangt iſt, ſo läßt der Arbeiter den Formenträger J wieder hinauf und das Kind ſchüttet ſofort eine neue Quantität Stoff in den Trichter der Büchſe G, der Maſchinenaufſeher drückt den Schieber in die äußerſte Stellung, um die Oeffnung l' zu bedecken und den Dampf links vom Kolben einſtrömen zu laſſen. Der an der linken Seite des Apparates ſtehende Arbeiter läßt dagegen den Formenträger J' ſich wenden, und ſobald er ſenkrecht iſt, drückt er auf den großen Hebel S', um die Kohlenſtäbe auszuſtoßen und ſie ebenfals in ein zweites blechernes Gefäß Z' fallen zu laſſen, das darunter geſetzt iſt und von einem Kinde weggetragen und durch ein anderes erſetzt wird.

Auf dieſe Weiſe kann die Arbeit ganze Stunden hindurch ohne anderen Aufenthalt als denjenigen für das Wechſeln der Stellungen der Organe betrieben werden. Man braucht indeſſen gewöhnlich 3 Männer und 2 Kinder zur regelmäßigen Ausführung der Operazionen.

Da der geradlinige Gang des Kolbens ziemlich ſchnell und nicht beſchränkt iſt durch eine Kurbel mit kreisförmiger Bewegung wie bei den gewöhnlichen Maſchinen, ſo hat der Conſtructeur, um die Stöße zu

Digitized by Google

schwächen und den Lauf aufzuhalten, Sorge getragen, an den beiden dem Dampfcylinder entgegengesetzten Seiten die Scheiben Y Y' von Filz oder vulkanisirtem Kautschuk anzubringen, gegen welche die Setzkolben stoßen.

Die Materialien, welche Hr. Moreau zur Erzeugung von künstlichen Brennstoffen vermittelst der so eben beschriebenen Apparate verwendet, bestanden anfänglich aus feiner Steinkohle, welche sich durch die Wirkung der Hitze mit der Mischung innig verbindet, die aus Kohlenstaub oder kleinen Stoffen bestand. Alles das wurde in kegelförmige Kapseln gethan, die mit einem durchlöcherten Deckel bedeckt und dann der Verkohlung ausgesetzt wurden, indem man die Verbrennungsprodukte auffing. Zum Bindemittel wurde auch Leim genommen; auch ein Theerbrei wurde hinzugesetzt; die Steinkohle wurde auch durch pulverisirten Theerpech ersetzt, und endlich wurde auch oft zu diesen Mischungen Mangansuperoxyd oder Salze von Substanzen, welche Verwandtschaft mit dem Sauerstoff haben, dazu genommen.

Einige Zeit nachher erklärte Hr. Moreau, daß er die gut zerstoßenen und gemischten Stoffe in konische gußeiserne Kapseln oder aber in trichterförmige Röhren von Blech bringe, welche an dem engen Theil verschlossen sind, und daß er sie senkrecht in gußeiserne durchbrochene Behälter mit der großen Basis nach oben stelle. Er verwendet ferner Torf, Sägespäne, Rinden und Holzabfälle, Gerberlohe, Weinträber, Buschwerk, Reisholz u. s. w., welche Substanzen er in geschlossenen Gefäßen verkohlt oder sie bei Benutzung des Gases in einer Retorte destillirt.

Später wurden alle verkohlten, nicht zusammenklebenden Brennmaterialien im Zustande von staubartigem Pulver verwendet, das auf verschiedene Art zu einem festen homogenen Ganzen gemacht wird:

1. Die staubartige Masse wird mit zerreiblichen, schmelzbaren, zusammenklebenden Materialien, z. B. magere und fette, zusammenbackende Steinkohle, bituminöse Substanzen, oder alle sonstige zusammenklebende mineralische und vegetabilische Materialien oder von zerstampften Thieren, gemischt.

2. Die Mischung wird in Röhren gedrückt, welche ringsum kleine Oeffnungen haben, durch welche die Gase entweichen; der Stopfel wird mit einem eisernen Stift gehalten.

3. Die Mischung wird trocken angewendet, und es findet die Verkohlung statt; das Schwinden der Masse in den Röhren gestattet das Herausnehmen der geformten Stücke.

4. Die Gase werden entzündet.

Der Erfinder nennt die erste Klasse seiner Produkte diejenigen von folgenden Qualitäten: die erste besteht aus einer im Volum gleichen Quantität von fetter Steinkohle oder andern klebenden Stoffen und aus Weinträbern, welche besonders verkohlt und zu Staub zermalmt werden; die zweite wird bereitet aus einer gleichen Quantität derselben klebenden Pulver und von verkohlten, zu Staub zermalmten Vegetabilien. Die dritte Klasse dieser Erzeugnisse besteht aus derselben Komposizion, nur mit dem Unterschiede, daß anstatt der Vegetabilien verkohlte Brennmaterialien aus dem Mineralreiche genommen werden.

Alle diese Proceduren sind auf die Eigenschaft der Steinkohle basirt, daß sie unter der Wirkung des Feuers sich erweicht und zusammenklebt. Wegen des Ueberschusses des Wasserstoffes über den Sauerstoff schmelzen die Körner des zusammenklebenden Pulvers in den Zwischenräumen der nicht zusammenklebenden Körner, setzen sich daran fest und bilden zusammen einen festen Körper.

Der Erfinder bringt diese Eigenschaft auch solchen Stücken klein geschlagenen Materials bei, das nicht brennbar ist, z. B. Gips, Thon und allen andern erdigen Massen, und die zusammenklebenden Stoffe, die er dazu verwendet, sind Kolophonium, Harz, Galipot, Theerpech u. s. w. Er gibt auch noch die Anwendung des Zuckerhefens an.

Ein ökonomisches Verfahren ist folgendes: Zu den Substanzen, welche man zusammenbacken will, setzt man einen Brei von schwarzem Torf oder auch das schlammige Wasser aus den Torfmooren, oder endlich einen Brei von Dammerde hinzu. Die Masse wird geformt, getrocknet und in Kapseln oder auf eine andere zweckmäßige Weise der Verkohlung ausgesetzt.

Herr Moreau verwendet auch eine Mischung von verkohlten holzigen Substanzen mit der Milch eines Kalkes, welcher mit leicht gesäuertem Wasser gelöscht worden, und mit Holzessig; dazu thut er Zuckerhefen oder jede andere syrupartige Substanz und Aetzkali, und macht die Mischung in Mörteltonnen oder in vertikalen Rädern mit Rechen wie bei den Oelmühlen. Er bereitet daraus ein flammendes Brennmaterial, und ein noch besseres Resultat erreicht er, wenn er der Mischung noch

Digitized by Google

Waſſer hinzuſetzt, welches mit Chlorwaſſerſtoffſäure leicht geſchwängert iſt. Statt deſſen nimmt er auch Kalkmilch mit beiläufig ein Hundertheil plaſtiſchem Thon.

Als Apparat zum Formen der Miſchung bezeichnet er zuvörderſt Schrauben und die Maſchinen zum Hohltreiben der Metalle, dann aber auch eine andere Maſchine, welche aus einem Metallrohre beſteht, das auf einer horizontalen Ebene befeſtigt iſt. Er treibt die Maſſe durch dieſes Rohr vermittelſt eines Kolbens, welchem durch eine Kurbelachſe eine hin und hergehende Bewegung mitgetheilt wird. Behufs der Verkohlung bringt er die geformten Stücke in Recipienten von Metall und bedeckt ſie mit Sand oder mit irgend einer andern zerſtoßenen Maſſe.

Noch ein anderes Verfahren beſteht darin, die Miſchung mit Hinzufügung von Waſſer oder irgend einer andern klebrigen Subſtanz, z. B. Zuckerhefen zu formen; die letzteren verwendet er ſelbſt ohne irgend ein anderes Bindemittel.

Zur Verkohlung auf trockenem Wege ſpricht er für die Oxydazionsröhren, welche er in Plateaux legt oder ſie mit Sand bedeckt; bei geformten Kohlen unterwirft er ſie der Wirkung der Hitze in Plateaux oder andern Recipienten und bedeckt ſie auf dieſelbe Art wie bei dem Verfahren auf trocknem Wege.

Ein Reſumé ſeiner Procéduren gibt Moreau folgendermaßen:

1. Trockne zerſtoßenes Kolophonium, oder Kalkkohle, oder bituminöſe ebenfalls zerſtoßene Subſtanzen, gemengt mit Abfällen von Brennmaterial, dann Einſtampfen in Röhren und Verkohlung.

2. Hinzuthun von Waſſer, um die Miſchung zu formen; dann eine Miſchung mit einem der vorhergehenden Stoffe zum Binden, und Schmelzen im Feuer. —

Das Bezirksgefängniß zu Landau in der Pfalz.

(Mit Zeichnungen auf Blatt **105–106**).

Das Programm zu dieſem Neubau wurde durch den k. Staatsprokurator am Bezirksgerichte zu Landau im Benehmen mit der k. Inſpekzion des Centralgefängniſſes zu Kaiſerslautern und dem k. Kreisbaubureau aufgeſtellt, von welch' letzterem hiernach die Entwürfe und Koſtenanſchläge angefertigt wurden.

Bei Aufſtellung des Programmes wurde als leitendes Princip die vollſtändige Trennung des Strafgefängniſſes vom Unterſuchungsgefängniſſe, jedoch beide unter einem Dache, feſtgehalten, nicht minder die Trennung der beiden Geſchlechter. Dieſe Trennung iſt auch auf die für die Unterſuchung und Strafgefangenen beſtimmten Spazierhöfe ausgedehnt. Im Unterſuchungsgefängniſſe iſt mit wenigen Ausnahmen Einzelnhaft, im Strafgefängniſſe gemeinſchaftliche Haft bei gemeinſchaftlicher Arbeit der Sträflinge durchgeführt.

Die Koſtenanſchläge entzifferten eine Geſammtſumme von 96000 Fl., nachdem vom Baukunſtausſchuſſe verſchiedene Reduktzionen an den Plänen vorgenommen wurden. Der Bau wurde im April 1849 begonnen und beabſichtiget, denſelben noch in dieſem Jahre unter Dach zu führen. Die revoluzionären Bewegungen in der Pfalz verurſachten jedoch durch den Belagerungszuſtand der Feſtung Landau eine Unterbrechung des Baues von zwei Monaten, ſo daß während der Bauzeit 1849 nur mehr die Umfaſſungsmauern des 1. Stockwerkes hergeſtellt werden konnten. Im Monat Auguſt des darauf folgenden Jahres wurde das Gebäude unter Dach geführt und im Monat November 1851 vollendet dem Gebrauche übergeben.

Der Geſammtbauaufwand betrug	. . .	81720 fl.
und zwar für das Hauptgebäude	. . .	67547 „
für Oekonomiegebäude nebſt Umſchlußmauern		11508 „
für Bauaufſicht u. andere diverſe Ausgaben		2665 „
	in Summa	81790 fl.

Das Unterſuchungsgefängniß bietet Raum für 40 männliche und 14 weibliche, zuſammen 54 Unterſuchungsgefangene; dann in zwei Zimmern für 5 Kranke männlichen und in zwei Zimmern für 2 Kranke weiblichen Geſchlechtes.

Das Strafgefängniß enthält in ſeinen Schlaf- und Arbeitsſälen Raum für 72 männliche und 28 weibliche, zuſammen für 100 Sträflinge; ferner an Raum in zwei Zimmern für 6 männliche und in zwei Zimmern für 4 weibliche Kranke. Unter dem ganzen Gebäude laufen Keller hin, beſtimmt zur Aufbewahrung

Digitized by Google

der Lebensmittel, des Spinnmaterials, der Steinkohlen ꝛc. Hier befinden ſich die beiden, zur Beheizung des Strafgefängniſſes mit warmer Luft dienenden Oefen. Das Erdgeſchoß des Gebäudes enthält die Wohnung des Gefängnißverwalters, deſſen Bureau, das Sitzungszimmer der Gefängnißkommiſſion, Badezimmer, Küche, Viſitazionszimmer, Reſervezimmer. Verhörzimmer, Zimmer für die Beſchließer, Zellen für weibliche Unterſuchungsgefangene, Krankenzimmer für dieſelben.

Im zweiten Stockwerk ſind Arbeits- und Schlafſäle für männliche und weibliche Sträflinge nebſt Krankenzimmer und Strafzelle, Zimmer und Zellen für männliche Unterſuchungsgefangene nebſt Krankenzimmer für dieſelben.

Das dritte Stockwerk enthält Arbeits- und Schlafſäle für männliche Sträflinge nebſt Strafzelle; dann Zimmer und Zellen für männliche Unterſuchungsgefangene.

Das vierte Stockwerk hat im Aufbau den gemeinſchaftlichen Betſaal, und in den Dachräumen Magazine zur Aufbewahrung von Kleidungsſtücken, Bettfournituren ꝛc.

Bezüglich des inneren Ausbaues iſt zu bemerken, daß nur die Arbeits- und Schlafſäle des Unterſuchungsgefängniſſes durch erwärmte Luft geheizt werden und zwar mittelſt zweier Oefen von der Konſtruktzion, wie dieſelbe aus dem Kellerplane erſichtlich iſt; die Zellen des Unterſuchungsgefängniſſes dagegen werden mit gußeiſernen Oefen (ſiehe Detailzeichnung) geheizt.

Letztere Beheizung wurde deshalb gewählt, um die Kommunikazion der Unterſuchungsgefangenen untereinander mittelſt der Röhren der Luftheizung zu verhindern. Die Abtritte in den Zellen des Unterſuchungsgefängniſſes (ſiehe Detailzeichnung) beſtehen aus Nachtſtühlen mit Töpfen aus Steingut, welche ſich in Oeffnungen der Gangmauern befinden; beim Gebrauche können dieſe Nachtſtühle von den Gefangenen nur ſoweit in die Zelle gezogen werden, als zur Befriedigung des Bedürfniſſes erforderlich iſt. Ueber jedem Nachtſtuhle iſt in der Mauerdicke eine Abzugs- oder Dunſtröhre angebracht, welche die ſich entwickelten Gaſe über das Dach abführt. Gegen die Zellen zu ſind dieſe Nachtſtühle mit einer Fallthüre, gegen den Gang aber mit einer ſtarken eichenen Thür abgeſchloſſen; vom Gange aus werden auch die Nachttöpfe herausgenommen und geleert. Gewöhnliche Abtritte mit Abfallröhren durch mehrere Stockwerke gehend, wurden im Unterſuchungsgefängniſſe deßhalb vermieden, um Mittheilungen der Gefangenen untereinander mittelſt dieſer Röhren zu verhindern. Die Decken der Zellen des Unterſuchungsgefängniſſes ſind nicht gewölbt, ſondern beſtehen aus ſogenannten Dübeldecken, welche bekanntlich das Ausbrechen der Gefangenen am meiſten erſchweren.

Dieſe Zellen ſind mit doppelten Thüren verſchloſſen; die innere (ſiehe Detailzeichnung) von Eichenholz mit Kiefernholz verdoppelt und mit einem um ſeine Achſe beweglichen verſchließbaren Schalter zum Hineinreichen der Speiſen, ſo wie ferner mit einer Beobachtungsöffnung verſehen, die äußere von Kiefernholz mit Nuten und eichenen Einſchubleiſten.

Die Fenſter in den Zellen, ſo wie in ſämmtlichen Arbeits- und Schlafſälen ſtehen circa 2 Meter über dem Fußboden. Der Verſchluß derſelben (ſiehe Detailzeichnung) beſteht aus einem verdeckten Getriebe mit abziehbarer Olive, welche nur die Wärter beſitzen. In jedem Fenſter befindet ſich übrigens eine Scheibe in ſchmiedeiſernen Rahmen, welche mittelſt einer Falle und eines Zuges von den Gefangenen zur Lüftung der Räume geöffnet und geſchloſſen werden können.

In den Einzelzellen ſind zur Erſparung des Raumes ſtatt der Bettſtellen Hängmatten von ſtarken Gurten angewendet, welche an den beiden gegenüber ſtehenden Wänden an ſtarken Haken befeſtigt werden. Auf dieſe Hängmatte wird Abends die Matratze ꝛc. des Gefangenen gelegt, bei Tage aber wird Hängematte ſammt Bett zuſammengerollt und in eine Ecke der Zelle geſtellt.

In allen Schlafſälen des Strafgefängniſſes ſind dagegen Bettſtellen von Schmiedeiſen angewendet.

Erklärung der Buchſtaben auf Blatt 105 u. 106.

Hauptgebäude. I. Stockwerk. Strafgefängniß: a Bureau des Gefängnißverwalters, b Schlafzimmer desſelben, c Kinderzimmer, d Magdzimmer, e Wohnzimmer, f Sitzungszimmer der Gefängnißkommiſſion, g Badezimmer, h Küche, i Viſitazionszimmer, k Reſervezimmer, l Krankenzimmer für weibl. Sträflinge. — Unterſuchungsgefängniß: m Zimmer für Beſchließer, n Verhörzimmer, oo Zellen für weibliche Unterſuchungsgefangene, pp Krankenzimmer für dieſelben.

II. Stockwerk. Strafgefängniß: a Schlafſal, b Arbeitsſaal, c Krankenzimmer für männ-

Digitized by Google

liche Sträflinge, d Arbeitsſaal, e Schlafſaal, f Strafzelle für weibliche Sträflinge. — Unterſuchungsgefängniß: g Zimmer, h Zellen, i Krankenzimmer für männliche Unterſuchungsgefangene.

III. Stockwerk. Strafgefängniß: a a Schlafſäle, b b Arbeitsſäle, c Strafzelle für männliche Sträflinge. — Unterſuchungsgefängniß: dd Zimmer, e e Zellen für männl. Unterſuchungsgefangene.

IV. Stockwerk. — a Betſaal, b Sakriſtei, c c Magazine.

Nebengebäude. — a Waſchküche, b b Holzremiſen, c Magazin.

Die Eiſenkonſtrukzionen und Metalldeckungen der Güterſchuppen auf der Weſtbahn zu Batignolles,

und

über eiſerne Dachſtühle und Metalldeckungen in Frankreich überhaupt.

(Mit Zeichnungen auf Blatt **107—108** und auf Seite 139 u. 141.)

Die Verladeplätze des Bahnhofes von Batignolles, welche von der Geſellſchaft der Eiſenbahn nach St. Germain nach den Plänen und unter der Leitung des rühmlichſt bekannten Oberingenieurs Hrn. Flachat erbaut wurden, liegen zwiſchen den Werkſtätten dieſer Geſellſchaft und der Fortifikazionslinie von Paris. Sie beſtehen aus drei Gruppen oder Rampen A (Fig. 2 Blatt 107) von je 80m0 Länge und 12m0 Breite, welche durch 15m0 breite Intervallen B voneinander getrennt ſind. Sie liegen parallel mit den Hauptgeleiſen der Bahn und in ganz geringer Entfernung von denſelben. An der Front der Güterplätze liegen vier Geleiſe, wovon drei C zum Halten und zur Vertheilung der Trains, das vierte C' aber zum Ausladen an der Vorderſeite der Plätze dient; ein zweites Geleiſe zum Abladen D zieht ſich hinter den Plätzen hin, und ein vierter Platz E endlich von 23m0 Tiefe bei 95m0 Länge iſt für die, vielen Raum einnehmenden Gegenſtände beſtimmt.

Die Geleiſe zum Halten, ſo wie diejenigen für die Auflöſung und Wiederzuſammenſetzung der Trains ſtehen an ihren beiden Enden in direkter Verbindung mit den Hauptgeleiſen der Weſtbahn; alle Geleiſe aber kommuniciren unter ſich durch die vier ſenkrecht darauf gerichteten Geleiſe F und die 33 Drehſcheiben G.

Die hauptſächlichſten Vortheile dieſer Einrichtung beſtehen in einer zweckmäßigen Benützung des Raumes, in der Abkürzung der Vertheilungsarbeiten und der Eintheilung der Güter, und endlich in der Erleichterung der Aufſicht, da die Arbeiten auf einem verhältnißmäßig geringen Raum koncentrirt ſind.

Jeder der drei Waarenplätze, ſo wie auch die bei den Geleiſe zum Aufladen ſind mit einem Schuppen von 80m0 Länge und 22m0 Breite bedeckt. Bei dem Bau derſelben war es beſonders ins Auge zu faſſen, daß ſie wenig Reparaturen erfordern und vor dem Abbrennen geſichert ſind. Jeder Schuppen beſteht daher aus dre Reihen gußeiſerner Säulen H (Fig. 1 bis 3), welche 10m0 voneinander entfernt ſtehen und ein gußeiſernes Gebälk I tragen, worüber ſich das Dach J erhebt. Der obere Theil des Gebälkes iſt für eine Waſſerrinne eingerichtet, wohin das Waſſer von den Dachflächen abfällt. Die Form des Gebälkes iſt die eines Körpers von gleicher Widerſtandsfähigkeit, die Verbindungen befinden ſich an den Biegungspunkten, ſo daß die Verbindungsbolzen ſo wenig als möglich beſchwerlich fallen. Das Gebälk I iſt mit den Säulen H (Fig. 25 bis 28) durch Bolzen und durch die Einziehung eines Rohres h verbunden, welches die Abfallröhre im Innern der Säule bildet. Die drei Gebälklinien I ſind an ihren Enden durch ein Gebälk I', das ſenkrecht darauf gerichtet iſt, und in dem Zwiſchenraum durch Zugbänder i (Fig. 27 und 22) über jeder Säule verbunden, welche den Druck der Bedachung aufheben.

Die Form der Säulen H iſt die einer gußeiſernen Bläuelſtange mit einer Baſe und einem Kapitäl; ſie ſind hohl und führen, wie bereits erwähnt, das Regenwaſſer ab. Die Säulen an der Vorderſeite der Lagerplätze ſtehen auf einem behauenen ſteinernen Würfel j (Fig. 23 und 21), über denen das Waſſer durch das Knierohr k abfließt. Die Säulen in der Mitte haben

Digitized by Google

gußeiserne Würfel l, die in den Lagerplatz versenkt sind; auch sie sind hohl und dienen zur Abführung des Wassers, das sich in der Mittelrinne (Fig. 23) sammelt; durch ein gußeisernes Rohr l', das mit der Säule im Innern des Würfels befestigt ist und durch die Futtermauer des Lagerplatzes geht, wird dies Wasser nach außen abgeleitet (Fig. 3).

Die Lagerplätze erhalten ihre Beleuchtung von den Seiten, welche durch keine Wand geschlossen sind, und von den beiläufig 6 Quadratmeter haltenden Laternen K (Fig. 8), welche an der Spitze der Bedachung in Entfernungen von 10m0 angebracht sind.

Bevor wir uns mit der Bedachung dieser Lagerplätze im Einzelnen befassen, senden wir einige Worte über die hauptsächlichsten Punkte voran, durch welche sie sich von den bisher angewendeten unterscheidet, und beginnen mit der Form der Bedachungen. Die bis jetzt ausgeführten Dachdeckungen bestehen aus zwei verschiedenen Theilen, von denen der erste, die eigentliche Bedeckung, im Allgemeinen den Zweck ganz allein erfüllt, welchen man von ihr erwartet, nämlich den Schutz einer gewissen Fläche vor Regen, Schnee und Sonnenschein. Der zweite Theil, welcher aus Sparren, Pfetten u. s. w. besteht, hat den Zweck die Bedachung zu tragen und bildet also das Gesparre. Dieses Bedachungssystem ist nach Hrn. Flachat irrazionell und erfordert eine zweifache Verwendung des Materials; man kann nach seiner Meinung jeder Metalldeckung eine Form geben, durch welche sie sich selbst zu erhalten vermag, und es kann daher der eigentliche Dachstuhl wegbleiben. Diese Zwecke erreicht man mit dem wellenförmigen Blech *). Man kann es der doppelten ⊤form gleichstellen, welche bei gleicher Quantität des Materials die widerstandsfähigste Form ist.

Folgendes sind die Gründe zur Annahme der cylindrischen Form. Die Bearbeitung ist augenscheinlich viel einfacher; ferner ist diese Form die vortheilhafteste in Bezug auf Metallersparung, denn eine kreisförmige Eisenkonstrukzion steht unter bessern Verhältnissen der Widerstandsfähigkeit als eine andere, die aus geradlinigen Sparren besteht, mögen diese übrigens armirt sein oder nicht. Den Beweis für diese Behauptung liefert eine Vergleichung zwischen zwei Dächern, die nach diesen beiden Systemen konstruirt und auf gleiche Weise belastet wurden.

Haben wir nun einmal die cylindrische Form angenommen, so bleibt zu untersuchen, von welcher Art die auszuführende Krümmung und wie groß die Höhe des Pfeils derselben sein muß.

Wenn das Dach keine anderen Belastungen zu tragen hat als sein Eigengewicht, so ist die razionellste Krümmung die Kettenlinie; wird aber eine andere Belastung gleichförmig in horizontaler Richtung darauf vertheilt, so ist die zweckmäßigste Krümmung eine Parabel. Da nämlich in beiden Fällen die Resultante der Kräfte an irgend einem Punkt der Krümmung immer nach dem Element dieser Krümmung gerichtet ist, so widersteht das Metall bloß der Kompression; die Direkzion der Kräfte aber, denen das Dach unterworfen ist, kann gegen diese beiden Annahmen sehr verschieden sein, denn das Dach ist sehr heftigen Winden ausgesetzt, deren Richtung veränderlich ist; es hat auch noch andere Lasten zu tragen, z. B. Gerüste bei vorkommenden Reparaturen, welche nicht symmetrisch vertheilt sind.

Da es keine Krümmung gibt, welche diesen unvereinbaren Bedingungen entsprechen könnte, so wurde der Segmentbogen angenommen, welcher, da er nur eine Krümmung hat, wenigstens den Vortheil besitzt, daß seine Konstrukzion einfach ist und weniger Sorgfalt bei dem Richten erfordert als jede andere Krümmung, und sind übrigens die Pfeile der Bogen nicht sehr bedeutend, so weicht der Segmentbogen auch wenig von der Kettenlinie und der Parabel ab.

Es handelt sich also nur noch um die Höhe des anzunehmenden Pfeiles. Mit der Zunahme des Pfeils vermindert man die Kompressionskraft, vermehrt aber dagegen die Entwickelung des Bogens. Im Fall einer Ueberladung, welche gleichmäßig in horizontaler Projekzion auf einen Bogen der Parabel vertheilt ist, beträgt der Pfeil, der das Minimum des Gewichtes angibt, etwas mehr als $^4/_{11}$ der Länge der Sehne.

Für den Bau ist ein Pfeil anzunehmen, welcher geringer als $^1/_5$ der Sehne ist, was beiläufig eine Gewichtsvermehrung von $^1/_{10}$ ergibt, welche aber nicht als

*) Die Anwendung des wellenförmigen Bleches scheint jetzt eine sehr große Verbreitung zu finden; man gebraucht dasselbe nicht bloß zur Bedeckung der Häuser, sondern auch zur Anfertigung großer Apparate, z. B. zu Dampferzeugern, in welchem Falle diese den Vortheil einer beträchtlichen Vermehrung der Heizfläche mit sich führen. Hr. Remond in Birmingham hat ein Patent auf die Anfertigung von Röhren und Kesseln aus gewellten Blechtafeln für Lokomotiven, Schiffsdampfmaschinen und stehende Dampfmaschinen erhalten.

Digitized by Google

absolut zu betrachten ist, denn für gewisse Ueberlastungen würde die oben angegebene Höhe des Pfeils nicht so günstig sein als in dem angenommenen Falle. —

Die Berechnungen Pronnier's, welche derselbe vor einiger Zeit aufgestellt hat, haben es hinlänglich bewiesen, daß eine Tafel wellenförmigen Bleches wie ein doppelt ⊤ Eisen betrachtet werden kann, dessen horizontalen Wände die halbe Breite des Bleches und dessen senkrechten Wände die Summe der senkrechten Theile der Ondulazionen betragen, und daß bei gleichem Material der Trägheitsmoment um so größer wird als die Ondulazionen tiefer gehen, weniger zahlreich sind und sie sich mehr der rechtwinkligen Form nähern. Da man aber die Wirkungen der Oxydazion auf zu schwache Bleche und Veränderungen der zu breiten Ondulazionen zu befürchten hat, so ist eine Blechstärke von 2 Millim. bei Ondulazionen von 160 Millim. Breite auf 80 Millim. Tiefe (Fig. 20) angenommen worden. Die horizontalen Wände zweier aufeinander folgenden Ondulazionen sind durch zwei Bogenstücke von 40 Millim. Halbmesser verbunden, welche unter sich mit diesen Wänden tangiren.

Die Berechnung ergibt in dem vorliegenden Falle 3 Kilogr. als höchste Kompression in dem Theile, welcher normal mit der cylindrischen Oberfläche ist. Der Baumeister hielt es nicht für räthlich bei einem ersten Versuche diese Ziffer zu überschreiten, obschon sie sicherlich zu schwach ist. —

Wir gehen nun zur Konstrukzion der Bedachung selbst über. Sie besteht aus einer Reihe von Ringen von 850 Millim. Breite, die mit ihren äußersten Kannelirungen übereinander greifen und vernietet sind. Jeder Ring besteht aus 7 Tafeln a (Fig. 4, 5 und 23), welche nach der Krümmung der Bedachung selbst gebogen sind und eine entwickelte Länge von 1m70 haben (Fig. 19); sie sind nach Fig. 20 auf eine Länge von 65 Millim. übereinander gelegt und in Zwischenräumen von 50 Millim. durch zwei Reihen Niete verbunden.

Alle Bleche sind von gleichen Dimensionen, mit Ausnahme derjenigen, welche mit den Laternen in Verbindung stehen, deren Dimensionen dahin führten, die Länge einiger zu vermindern und andere wieder auszuschneiden.

Das Dach ist mit den Gebälken (Fig. 8) durch ein Winkeleisen b verbunden, das bei jeder unteren Wellenlinie durch 2 Bolzen von 12 Millim. und an das Gebälk mit einer Reihe von Bolzen von 15 Millim. Durchmesser und 20 Centimeter voneinander entfernt befestiget ist; die Enden der Bedachung sind durch Bleche geschlossen, welche schwache Wellenlinien bilden.

Die Laternen K (Fig. 7 bis 16) bestehen aus einem Rahmen von Winkeleisen c, welche nach der Quere des Daches einfach, in horizontaler Richtung aber doppelt sind. Der einfache Theil des Rahmens legt sich auf die Bedachung, der doppelte Theil aber greift über die Ondulazionen a.

Auf den Rahmen sind drei senkrechte Blechtafeln d vernietet, welche die Laterne in zwei gleiche Hälften theilen. Diese Blechtafeln sind in ihrem ganzen Umfange durch das vernietete Winkeleisen e (Fig. 7 bis 11) verstärkt, das bei dem obern Theil den Zweck hat, die Verglasung nebst den Sprossen f zu tragen. Auch werden die Blechtafeln an ihrem obern Theile durch eine eiserne Stange g gehalten, welche den First bildet.

Der Rahmen der Laterne ist durch zwei Reihen von 80. Milim. weit auseinander stehenden Nieten mit der Bedachung verbunden. Die Niete der kleinen Winkeleisen an den senkrechten Tafeln stehen 50 Millim. voneinander entfernt.

Die Laternen waren gänzlich vollendet, bevor sie auf dem Dache aufgestellt wurden.

Die Verbindung der Dachtafeln ist eine höchst einfache; zuerst werden die Nietlöcher auf einem einzigen Ende jeder Blechtafel durchgeschlagen; dann bringt man alle die Bleche, welche zu einem Ringe gehören, in ihre wirkliche Stellung auf einen Lehrbogen, der genau die Form der Bedachung hat; demnächst zeichnet man die Löcher jeder Blechtafel auf dem Ende derjenigen vor, die sie bedeckt, mit Ausnahme jedoch von jener, welche an dem obern Theil des Ringes liegt; dann werden alle Blätter weggenommen, die vorgezeichneten Löcher werden durchgeschlagen, die Bleche werden vernietet, und man hat nun einen zweitheiligen Ring.

Diese beiden Theile des Ringes werden hierauf weggenommen und auf die Lehrbogen M (Fig. 4, 5 u. 23) gebracht; an ihrem untern Theile verbindet man sie mit dem Gebälk I durch das Winkeleisen b (Fig. 8), dann zeichnet man die letzte Reihe von Löchern vor und befestigt endlich diesen Ring an den vorigen. Auf gleiche Weise verfährt man bis zu Ende des Daches. Der Lehrbogen M wird so gestellt, daß er sich leicht herausnehmen läßt, wenn man einen neuen Ring legt.

Alle Niete, welche zu dieser Arbeit verwendet

Digitized by Google

werden, haben einen Durchmesser von 4 bis 7 Millimeter und werden kalt verbraucht, was die Leichtigkeit der Arbeit noch vermehrt.

Die Kosten dieser Bedeckung für ein Dach von 10m0 Länge und 11m0 Tragweite stellen sich folgendermaßen heraus:

2430	Kilogr.	wellenförmiges und vernietetes Blech,		
127	„	Winkeleisen,		
11,78	„	Fensterſprossen,		
2,66	„	flaches Eisen,		
93	„	Rundeisen.		
2664,44	Kilogr.	Eisen à 57 Fr. =	1518 Fr.	75 Cent.
12,74	„	Bolzen u. Zugbän- der à 57 Fr.	7 „	26 „
240	□Meter	zweimaliger Anstrich à 100 Mt. 166 Fr. . . .	384 „	20 „
		Summa	1910 Fr.	21 Cent.

und es kostet daher der Quadratmeter eines ſolchen Daches nur 16 Francs 62 Cent.

Ohne es untersuchen zu wollen, ob es vorzuziehen sei, theure aber unverbrennbare und beinahe gar keine Unterhaltung erfordernde, oder ſolche Dächer zu bauen, welche wenige Kosten verursachen, jedoch nur von kurzer Dauer ſind, kann man behaupten, daß in allen Fällen, in denen eine Bedachung von Blech angenommen wird, die Anwendung des wellenförmigen Bleches, wie in dem vorliegenden Falle, mit viel größerer Oekonomie verbunden iſt, als wenn man ein Dach in der üblichen Weiſe herſtellt, denn es iſt keine zweifache Anwendung der Materialien erforderlich, und die damit zu bildende Dachform iſt die vorzüglichſte. Auch eignet ſich dieſe Dachkonſtrukzion für alle Tragweiten, und wenn bei großen Spannungen die Tiefe der Wellen zu bedeutend würde und mit Schwierigkeiten verbunden wäre, ſo könnte man die Ondulazionen dadurch formen, daß man ſenkrechte Blechſtreifen mit horizontalen Tafeln vernietete, deren Ränder zu dieſem Behuf gekrümmt würden. Zu allen dieſen Vortheilen geſellt ſich aber noch die Annehmlichkeit einer guten Beleuchtung, die man dadurch erreichen kann, daß man ſtatt eines Blechringes einen Glasring anbringt. Bei ſolchen Gebäuden, in welche viel Licht einfallen ſoll, unterbricht man die Bedachung nach der Länge und erſetzt die Bleche durch eiſerne Bogen von gleicher Widerſtandsfähigkeit.

Erklärung der Fig. auf Blatt **107** u. **108**.
Fig. 1 Anſicht der drei Schuppen über den Verladeplätzen; Fig. 2 Situazionsplan der Verladeplätze und des Verbindungsſyſtems der Schienenwege; Fig. 3 Querſchnitt in größerm Maßſtabe nach 1—2 im Situazionsplan; Fig. 4 und 5 Querſchnitt und Grundriß der Art und Weiſe, wie eine aus 14 Blechtafeln beſtehende Travée auf dem Boden gerichtet und verbunden wird; Fig. 6 ein Schließbolzen mit Keil für die Verbindung der wellenförmigen Bleche; Fig. 7 Konſtrukzion der Laterne; der Theil rechts iſt von unten, der Theil links halb im Durchſchnitt, halb von außen vor der Verglaſung geſehen; Fig. 8 und 9 Aufriſſe nach der Quere und Länge derſelben Laterne, theilweiſe im Durchſchnitt, theilweiſe von außen geſehen; Fig. 10 und 11 Verbindung der mittlern Traverſe der Laterne mit dem Firſt; Fig. 12 Durchſchnitt nach der Linie 3—4 in Fig. 8; Fig. 13 und 14 Verbindung der Glasſproſſen mit dem Firſt; Fig. 15 und 16 Verbindung der wellenförmigen Bleche und der Glasſproſſen mit dem Rahmen der Laterne; Fig. 17 und 18 Verbindung des Firſtes mit den ſenkrechten Blechen; Fig. 19 eine Blechtafel der Bedachung; Fig. 20 die Form der gewellten Blechtafeln in größerm Maßſtabe; Fig. 21 Anſicht einer Halle im Maßſtabe von $^1/_{500}$ der nat. Größe; Fig. 22 horizontale Anſichten von oben und in verſchiedenen Höhen; Fig. 23 Querſchnitt nach der Linie 5—6 in Fig. 22 mit der Anordnung des Gerüſtes für die Aufſtellung; die Travées zwiſchen den Laternen zeigen ſich in zwei Theilen und beſtehen aus 7 Blechtafeln; die der Laternen zeigen ſich in drei Theilen; Fig. 24 Seitenanſicht; Fig. 25 äußere Anſicht einer mit dem äußerſten Theil des Gebälkes der Mitte verbundenen Säule; Fig. 26 ſenkrechter Durchſchnitt davon nach der Linie 7—8; Fig. 27 horizontaler Durchſchnitt des Gebälkes nach der Linie 9—10; Fig. 28 Durchſchnitt in der Höhe der Linie 11—12 des Säulenfußes; Fig. 29 äußere Anſicht einer der Seitenſäulen in Verbindung mit einem äußern Seitenbalken; Fig. 30 ſenkrechter Durchſchnitt nach der Linie 13—14; Fig. 31 Grundriß des Kapitäls; Fig. 32, 33 und 34 horizontale Durchſchnitte nach den Linien 15—16, 17—18, 19—20; Fig. 35 und 36 ſenkrechte Schnitte nach den Linien 21—22, 23—24 des Gebälkes in Fig. 29; Fig. 37 und 38 äußere Anſicht und ſenkrechter Durchſchnitt eines Theils des Gebälkes an den Giebelſeiten. —

Zur Vergleichung der vorſtehenden Mittheilung ſchließen wir noch folgende Notizen über metalliſche

Digitized by Google

Dachstühle und Dachdeckungen an, wie sie in Frankreich gebräuchlich sind.

Die eisernen Gespärre des Magdalenemarktes in Paris *), welche von Veugny konstruirt wurden, können als Typus aller eisernen Dachstühle betrachtet werden, die man heutigen Tages über Hallen, Magazine, Bahnhöfe u. s. w. errichtet, wenn sie eine Spannweite von 15 bis 20m0 überschreiten. Die Dimensionen und Formen sind so angeordnet, daß ihre Widerstandsfähigkeit im Verhältniß zu ihrer Bestimmung steht. Die belasteten Verbandstücke sind von Flacheisen, deren hohe Kante senkrecht auf die Richtung der Kraft steht, welche sie zu biegen strebt; diejenigen Verbandstücke dagegen, welche der Zugkraft ausgesetzt sind, haben einen runden Querschnitt. Alle Verbindungsglieder sind von Gußeisen, und Schmiedeisen ist nur da angewendet, wo es wenig Bearbeitung erfordert.

Jedes Gespärre besteht aus zwei gußeisernen, 12m0 von Mittel zu Mittel entfernten Säulen, zwei Sparren, einem Zugbande, einer Hängestange, zwei Strebebändern und zwei Nebenhangestangen; bei Pultdächern aus einem einzigen Sparren. Die Säulen ruhen auf steinernen Würfeln mit 0m40 Vorsprung, welche fest fundamentirt und von den Fußbodenplatten umfaßt sind. Die Säulen tragen die Sparren und sind durch das Zugband in einer Richtung und nach der Länge des Daches durch zwei Querbänder miteinander verbunden, von denen jedes aus einem horizontalen Eisen besteht, das von unten durch einen Bogen unterstützt wird, der durch drei Zangen mit dem erstern verbunden ist. Das obere Querband im Niveau des obern Theils der Säulen vertritt die Stelle der Dachstuhlschwelle; das zweite sinkt bis zu der Linie hinab, wo sich die Sparren des Pultdaches anlehnen, denen es als Pfette dient.

Die gußeisernen Säulen bestehen aus zwei ineinander greifenden Stücken, die über dem untern Kapitäl aneinander stoßen; ihre Verbindung wird durch einen schmiedeisernen Bolzen bewirkt, welchen man auch durch den leeren Raum der beiden Säulen durchgreifen läßt und ihn mit vier vernieteten Stiften befestigt.

Die von geschmiedetem Eisen hergestellten Sparren sind 0m067 bei 0m013 stark, und haben an ihrem untern Ende einen Zapfen, der in die Oeffnung paßt, welche sich an dem Ende des Zugbandes befindet. Diese Verbindung des Sparrens mit dem Zugbande bezweckt, daß der Druck der Sparren direkt auf das Zugband durch einen Schließkeil wirkt und sich nicht auf die Säulen überträgt. Jede Säule hat übrigens über ihrem Kapitäl zwei Lappen, in welche sich diese beiden Stücke legen, so daß sie nur noch als Unterstützung dient. Der Schließkeil greift indessen durch die beiden Lappen, damit das Zugband gleichzeitig die Köpfe der beiden Säulen ein und desselben Gebindes vereinigt.

An ihrem obern Theil greifen die beiden Sparren eines Gebindes in die entgegengesetzten Lappen einer gußeisernen Piece ein, die zu ihrer Aufnahme vorgerichtet ist und woran sie mit Bolzen befestigt werden.

Die 0m054 und 0m013 starken Strebebänder gehen von der Mitte der Sparren aus und legen sich gegen den Fuß der Hauptbängestange; an den Verbindungspunkten der Strebebänder mit dem Sparren legen sich auch die Nebenhängestangen von geschmiedetem Eisen an; alle 3 Verbandstücke werden unter sich durch zwei Lappen verbunden, die an dem obern Theil der Nebenhängestangen angebracht sind und mit den Sparren verbolzt werden. An ihren untern Enden stecken die beiden Strebebänder in einem schmiedeisernen Schuh, welcher auch den Fuß der Hängestange aufnimmt und von dem Zugbande durchdrungen wird.

Das Zugband ist 0m018 stark von rundem Schmiedeisen; eben so die Hängestangen; die Hauptbängestange steckt mit ihrem obern Ende in einer Muffe, welche an dem gußeisernen Verbindungstheil angebracht ist, in welchem die Verbindung der Sparren stattfindet; an ihrem Fußende verbindet sie sich mit dem schmiedeisernen Schuh, der zur Verbindung der Strebebänder angebracht ist. Die Nebenhängesäulen sind mit dem Zugbande durch Bügel verbunden, welche das letztere umfassen und mit welchem sie verbolzt sind.

Die Firstpfette hat dieselben Dimensionen wie die Sparren; sie wird an jedem Gebinde vermittelst der Lappen befestiget, die an demselben gußeisernen Verbindungsstück angebracht sind, welches die Kopfenden der Sparren aufnimmt. Bolzen von Schmiedeisen gehen zugleich durch die beiden gußeisernen Lappen und die Firstpfette und sichern die Verbindung dieser Theile.

Die Dachpfetten sind durch gußeiserne Ringe mit den Sparren verbunden, welche sie umfassen; sie

*) Siehe Allgem. Bauzeitung 1838 S. 33 u. Blatt CLXXXV —CLXXXVII., wo diese Eisenkonstrukzionen speciell dargestellt, jedoch nicht näher besprochen sind.

Digitized by Google

haben seitwärts von oben offene Einschnitte, worin die Enden dieser Pfetten liegen, die unterste Pfette ist an ihren Enden gebogen und durch Niete mit den Enden der beiden Sparren, die sie verbindet, befestiget.

Die Zwischensparren, welche die Dachdeckung in den Zwischenräumen tragen, haben 0m135 in □; sie sind auf halbe Stärke in die Pfetten und in die Firstpfette eingelassen, bei letzterer schwalbenschwanzförmig, damit sie nicht ausgleiten können; ihre Entfernung voneinander beträgt 1m0. Sie werden rechtwinklig gekreuzt durch Querstangen von halber Stärke, welche in Abständen von 0m34 gelegt sind und zum Tragen der Zinktafeln dienen, womit das Dach gedeckt ist; zu diesem Behuf sind unter die Zinkplatten 0m10 von ihrem untern Rand zwei Haken angesetzt, welche diese Zwischenpfetten umfassen.

Die Armaturen, welche die Säulen in der Aufrichtung verbinden, bestehen aus Theilen von 0m054 bei 0m013. Sie hängen mit den Säulen durch gußeiserne Flanschen zusammen, welche wie alle übrigen, von denen die Rede war, 0m072 Länge und 0m013 Stärke haben.

Gußeiserne Dachgerüste, schmiedeiserne Zugbänder. — Auf Seite 139 sehen wir die älteste Dachkonstruktion von Gußeisen mit einer Bedeckung von kannelirtem Blech, ausgeführt von Jules Renaux über der 30m30 langen und 12m0 breiten Gashütte von Perrache zu Lyon. Dieses Dach besteht aus sechs eisernen durchbrochenen Bindern, die in Entfernungen von 4m33 aufgestellt sind; jeder Binder besteht aus sechs gußeisernen mit Rippen versehenen Platten, die fest miteinander verbolzt und durch zwei runde Zugstangen von gewalztem Eisen verspannt werden, welche über den Mauern mit dem Fuß des Binders verschraubt, in der Mitte aber durch einen Hakenkamm und durch zwei Bügel miteinander verbunden sind. Die Längenverbindung der Gerüste wird durch eiserne Stangen bewirkt, welche die Stelle der Pfetten und der Firstpfette vertreten. Jedes der 6 Gebinde wiegt 960 Kilogr.; sie kosteten nebst der Bedachung von galvanisirtem Blech 15000 Francs. —

Die Metalldächer werden von großen oder von kleinen Tafeln ausgeführt. Bei den großen Tafeln hat man vor den kleinen Tafeln den Vortheil, daß weniger Fugen erzeugt werden; auch wird die Eindeckungsmethode mit denselben vorgezogen, obgleich die andere Weise mit kleinen Tafeln weniger Schwierigkeiten unterworfen ist, da eine größere Anzahl von Befestigungspunkten besteht und weil das Legen dieser Art von Schiefertafeln überall viel leichter bewirkt werden kann, da sie viel mehr Aehnlichkeit mit jenen Materialien haben, die man zu diesem Zwecke verwendet.

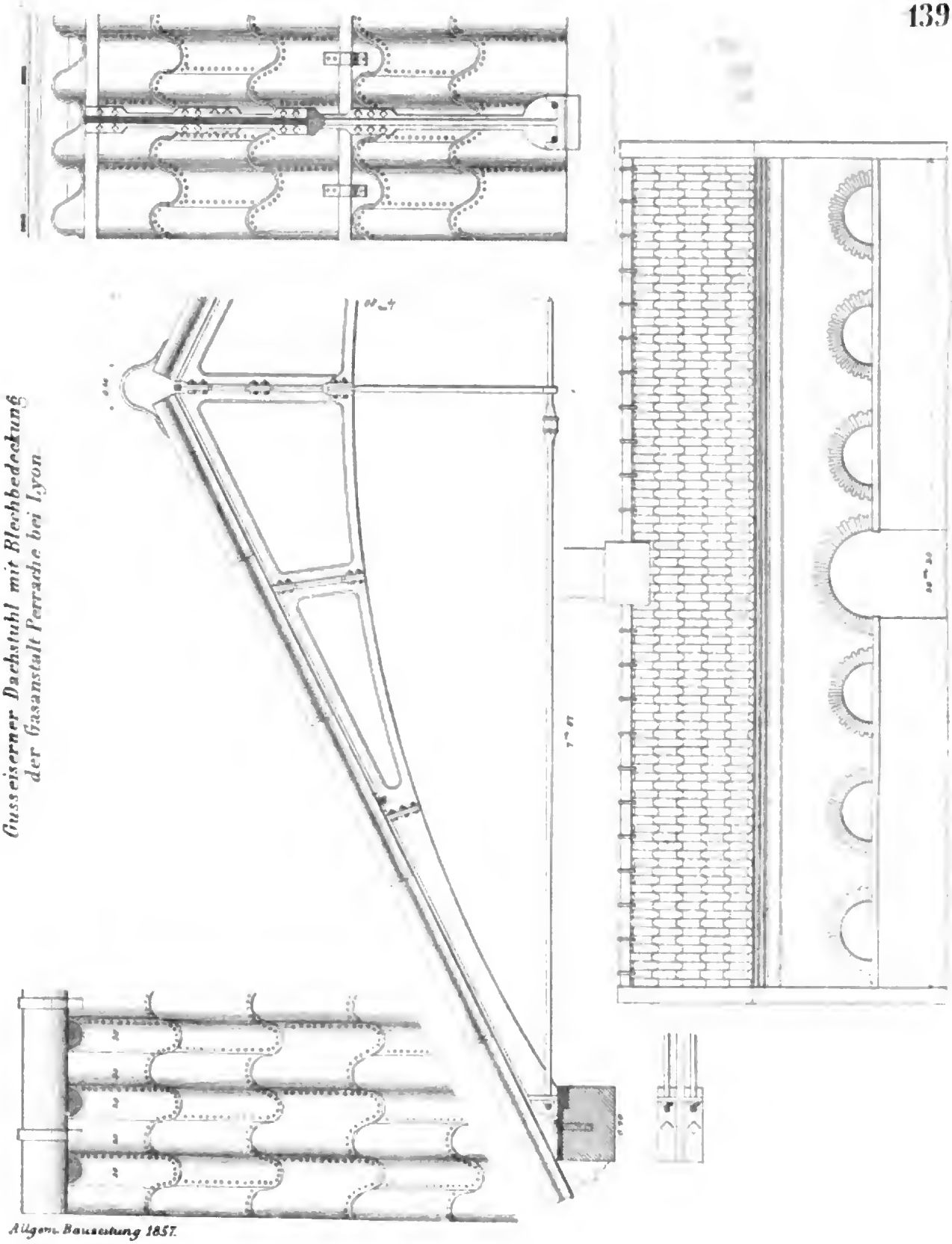
Welches aber auch das Metall sein möge, das man zur Dachdeckung verwendet, so muß die Verbindung der Tafeln von der Art sein, daß sie sich frei ausdehnen können; die Ueberdeckung in der Richtung nach der Abschüssigkeit des Daches muß um so größer sein als diese Dachneigung geringer ist. Bei einer Anlage von 1 zu einer Höhe von 2 Fuß darf diese Ueberdeckung nicht mehr als 0m12 betragen, und bei einer Anlage von 6 zur Höhe von 1 erreicht sie 0m20 bis 0m25. Die gewöhnliche Neigung der Metalldächer beträgt 21 bis 25°, und da außerdem diese Bedachungen sehr leicht sind, so reducirt sich der kubische Inhalt des hölzernen Dachstuhls, der sie trägt, auf 0m042 pro Quadratmeter Bedachung, ohne jedoch die Zugbänder zu rechnen. Die Metalltafeln werden entweder auf hölzerne oder eiserne Latten oder auf Schalbretter gelegt.

Belattung für die Metalldächer aus großen Tafeln. — Wenn der Dachstuhl von Eisen ist, so wird die Bedachung auf schmiedeiserne Rahmen gelegt, welche genau in die Zwischenweiten der Sparren passen und auf angebolzten Knaggen liegen. Diese Rahmen sind durch kleine eiserne Stangen von 0m02 × 0m03 in Rechtecke von beiläufig 0m40 × 0m30 eingetheilt, so daß sie Roste bilden, auf welche man die Tafeln befestigt, welche von unten wie folgt auf verschiedene Art verklammert werden.

Ist die Belattung von Holz, so hat man oft nur eine Reihe Stangen von 0m06 bei 0m08, welche wie die Pfetten horizontal gelegt und 0m18 bis 0m20 voneinander entfernt sind. Gewöhnlicher aber besteht die Belattung aus Schalbrettern von 0m014 Stärke, die so nahe aneinander gelegt werden, daß nur der für ihre Ausdehnung erforderliche Spielraum verbleibt. Die Breite dieser Schalbretter soll nicht mehr als 0m12 bis 0m15 betragen, damit sie sich weniger werfen und die darauf liegenden Metalltafeln nicht verschieben.

Verbindung der Metalltafeln. — Die absolute Nothwendigkeit den Metalltafeln unter dem Einfluß der Witterungsveränderungen Freiheit zu lassen für ihre Ausdehnung und Zusammenziehung gab Veranlassung zu einer Menge von Verbindungsarten entweder

Digitized by Google



Gusseiserner Dachstuhl mit Blechbedeckung der Gasanstalt Perrache bei Lyon

Digitized by Google

Dachbedeckungen von Metall.

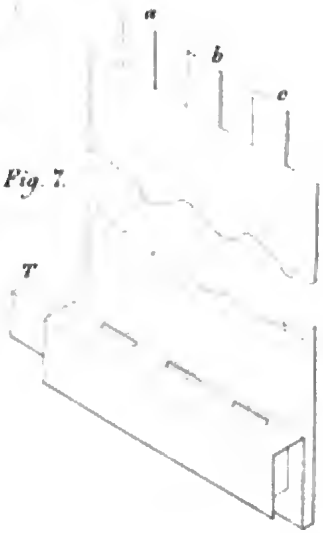


Fig. 7.

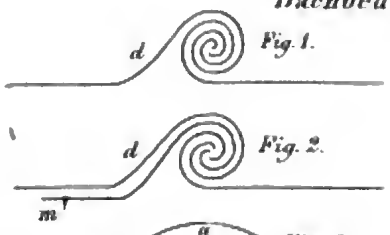


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

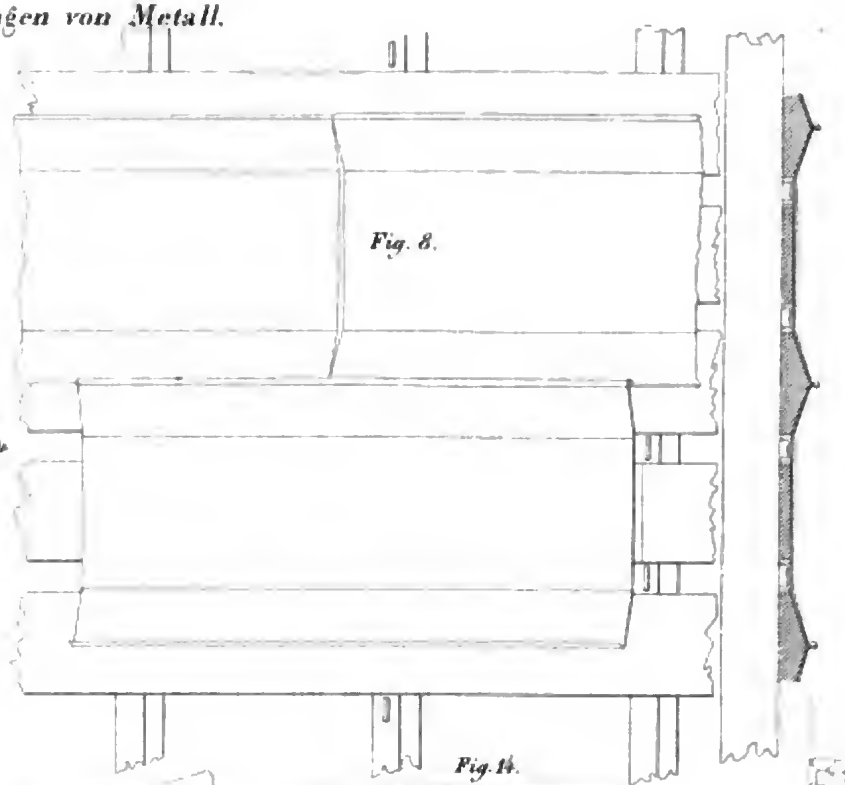


Fig. 8.

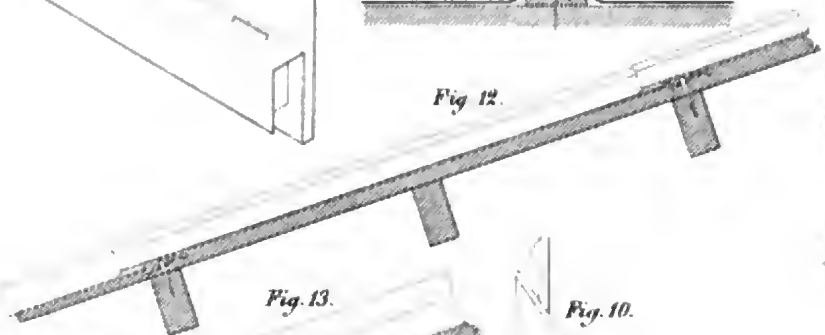


Fig. 12.

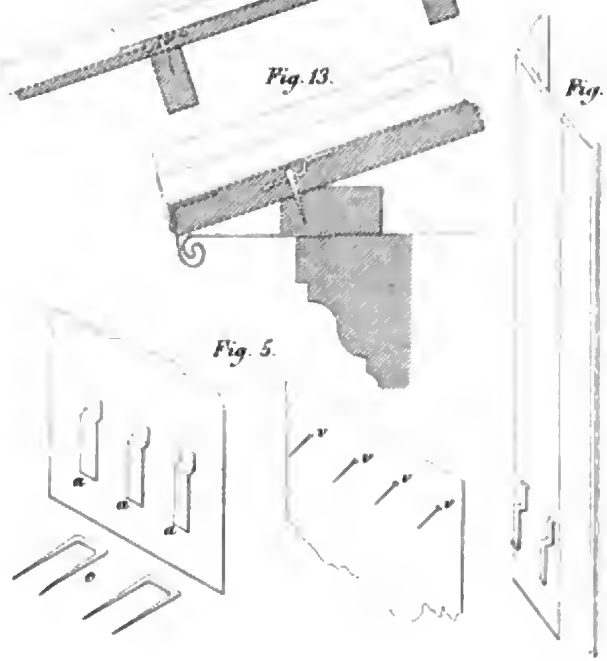


Fig. 13.

Fig. 10.

Fig. 5.

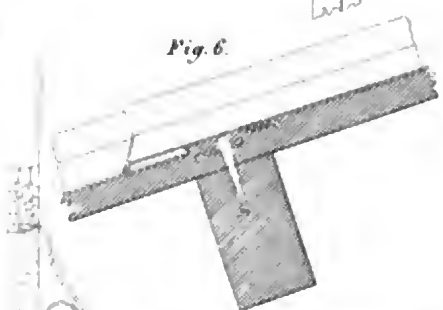


Fig. 6.

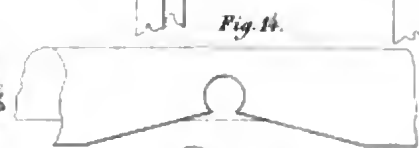


Fig. 14.

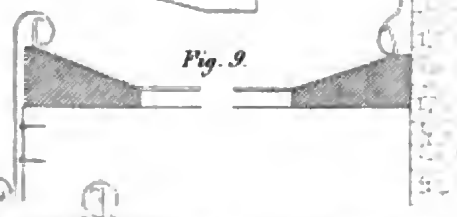


Fig. 9.

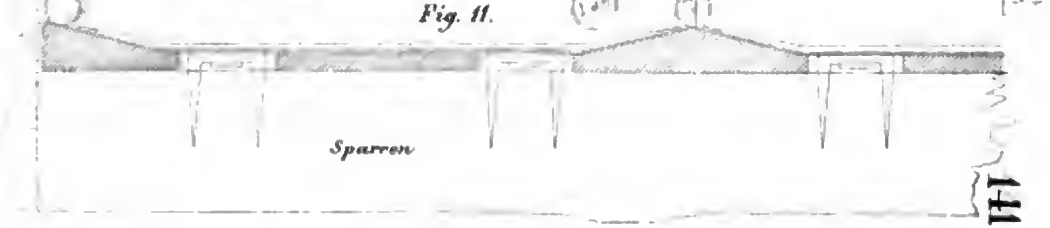


Fig. 11.

Digitized by Google

nach der Richtung der Dachneigung oder in horizontaler Linie. Bei den Verbindungen der erſten Methode bildet man einfache Ueberfalzungen (Fig. 1 Seite 141), indem man die Seiten von zwei anſtoßenden Tafeln übereinanderrollt und zur größern Feſtigkeit in dieſen doppelten Wulſt von Strecke zu Strecke Metallblätter mithineinrollt, deren eine Seite eine Art von Klaue oder ein Heftblech (Fig. 2) bildet, das man auf die Verlattung oder Verſchalung feſtnagelt. Die Aufrollung muß ſo beſchaffen ſein, daß ihr Rücken d der Wind- oder Wetterſeite zugekehrt iſt. Beim Zink iſt es erforderlich, daß dieſe Wulſte im heißen Zuſtande gebildet werden; wendet man aber Kupfer oder gutes franzöſiſches mit Holz erzeugtes Blech an, ſo werden ſie auch auf kalte Art ganz vollkommen hergeſtellt. Man macht auch doppelte Ueberfalzungen aus zwei Wulſten (Fig. 3), die mit einer Kappe überdeckt werden, deren äußere Abrundung nicht zu flach ſein darf. Die beſte Verbindung für Dachdeckungen mit großen Tafeln dürfte die in Fig. 4 dargeſtellte ſein; in derſelben iſt t ein gut ausgetrockneter eichener Stab von 0^m027 Breite und beiläufig 0^m035 Stärke, deſſen oberer Theil flach abgerundet und worüber die Kappe c gelegt iſt. Die Ränder der Tafeln ab müſſen ſo weit unter die Kappe greifen als es die Ausdehnung erlaubt. Der Stab t wird auf die Verlattung mit eingelaſſenen Holzſchrauben in Entfernungen von 0^m50, und die Kappe wird in Abſtänden von 0^m60 mit Nägeln befeſtigt.

Bei den Verbindungen in horizontaler Linie können die Metalltafeln auf folgende Weiſe ſo befeſtigt werden, daß ſie ſich ungehindert ausdehnen können. Wenn die Verlattung von Holz iſt, ſo wird jede Tafel oben mit Schrauben v v (Fig. 5) unter der Ueberdeckung der obern Tafel befeſtigt; auf der innern Fläche und am untern Theil ſind Spangen a a a von etwa $0^m10 \times 0^m13$ in einer Entfernung von 0^m10 vom Rande angelöthet, welche unter die untere Tafel zwiſchen die Schrauben greifen, ſo daß ſie vom Winde nicht gehoben werden und ſich dabei doch frei ausdehnen können. Oft werden die Spangen a a bloß zu zweien höher angebracht, um nicht an den obern Rand der untern Tafel zu ſtoßen; man ſteckt ſie dann unter eiſerne Krampen, die auf die Verſchalung genagelt werden wie Fig. 6 zeigt.

Iſt die Lattung von Eiſen, ſo werden die großen Tafeln auf die Latten T durch eine Umbiegung (Fig. 7) befeſtigt, die an dem untern Theil der Tafel ſelbſt gemacht wird und die Latte des Rahmens gleichzeitig mit der untern Tafel umfaßt, welche demnach durch die obere überdeckt wird; dieſe Umbiegung wird dann der Länge nach von Strecke zu Strecke geſpalten, um die Zungen a b c aufzunehmen, die an dem obern Theil der untern Tafel ausgeſchnitten ſind. Die Biegungen müſſen immer mehr Abrundung haben als in der Zeichnung angegeben iſt.

Das Legen der Tafeln ſelbſt beginnt damit, daß man an dem Rande des Daches eine über das Geſims vorſpringende Dachrinne oder Einfaſſung legt, welche die Kranzleiſte bildet; doch darf dieſelbe nur eine geringe Breite haben, damit der Wind an ihr keine zu große Fläche findet und ſie heben kann. Dann werden die Tafeln gegen den Dachfirſt zu gelegt und nach der angenommenen Methode befeſtigt.

Die Dachkehlen werden wie bei der Schieferbedachung durch Tafeln eingedeckt, welche auf eine ſehr ſolide Art befeſtigt und ſeitwärts mit langen Tafeln überdeckt werden. Bei den Graden und Firſten bedeckt man die Zwiſchenräume zwiſchen den Wulſten der einfachen oder doppelten Ueberfalzungen durch gekrümmte Metallſtreifen nach dem Winkel der beiden langen Dachflächen; dann biegt man ſie über dieſen 0^m16 bis 0^m20 um und befeſtigt ſie an das Dach durch Nägel oder Anlöthen. Die Wulſte und die Fugen ſelbſt werden demnächſt durch eine aufgelöthete und gehörig gekrümmte Kappe überdeckt. Bei der Methode mit Stäben und Kappen (Fig. 4) legt man auf die Grade des Daches hölzerne Stäbe t, ähnlich wie diejenigen, womit man die Fugen der langen Dachflächen überdeckt; die Kappen c werden eingeſchnitten, um diejenige der Seitenſtäbe aufzunehmen. Alle Fugen werden zuletzt verlöthet. Oft iſt es in der Praxis vortheilhaft Tafeln von ungleicher Länge zu verwenden, um die ſchrägen Fügungen zu vermindern und das Uebereinanderkommen der Fugen zu vermeiden. Längs den Mauern und an den Schornſteinen biegt man die Ränder der Metallplatten beiläufig 0^m10 auf und bedeckt die Fugen an dieſen Theilen mit Metallſtreifen, die in das Mauerwerk eingelaſſen werden und von denen das Waſſer auf das Dach fällt (Fig. 9).

Die Zinkbedachung hat vor einigen andern Metallen das voraus, daß das Oxyd des Zinks ſehr feſt an ſeiner Oberfläche anhängt und daß dadurch folglich die untern Theile des Metalles vor jeder Beſchädigung von

Digitized by Google

Luft und Waſſer geſchützt ſind. Es iſt aber dabei von der größten Wichtigkeit, daß der Zink unter dem Einfluſſe der Feuchtigkeit nicht in Berührung mit dem Eiſen kommt; auch dürfen nur verzinkte oder galvaniſirte Nägel angewendet werden, um die Platten auf die Verſchalung zu befeſtigen. Säuren von der geringſten Stärke greifen nichts deſto weniger das Zink leicht an und es iſt daher nicht räthlich, ſolche Dächer, die der Wirkung der Schwefelwaſſerſtoffgaſe ausgeſetzt ſind, mit Zink zu bedecken. — Die Zinktafeln ſind beiläufig 0m001 ſtark, und ihre Länge variirt von 1 bis 6m0, ihre Breite aber von 0,66 bis 1m0. Das Gewicht des Kubikmeters Zink beträgt 7190 Kilogr.; das Gewicht des Quadratmeters einer Bedachung von 0m001 Stärke 7 bis 7,75 Kilogr. Hundert Kilogr. Zink in Tafeln koſten in Paris beiläufig 60 Francs. Diejenigen Tafeln von geringerer Stärke als 0m001, welche man öfters in Frankreich verwendet und incl. Verlegen u. ſ. w. von den Entrepreneurs mit 6 bis 7½ Fr. pro Meter übernommen werden, ſind zu ſchwach. Die Dauer der Zinkbedachungen iſt noch unbekannt; ſie beträgt aber mindeſtens 20 bis 30 Jahre, denn es gibt Zinkdächer vom Jahre 1820, welche ſich noch in gutem Zuſtande befinden. Unter den größern Etabliſſements, bei denen dieſe Bedachungsmethode angewendet wurde, nennen wir die großen Schuppen der Docks von London und Liverpool, die bedeckten Werfte von Amſterdam und Rotterdam, mehrere Theater, den Magdalenenmarkt, und endlich eine Menge von Privatgebäuden in Paris.

Man hat den Zinkdächern vorgeworfen, daß ſie bei Feuersbrünſten ſchnell verbrennen; doch iſt dies nicht begründet, denn Verſuche, die man deshalb in Lüttich und Paris gemacht, haben dargethan, daß, wenn die Hitze auf 360° ſteigt, welcher der Schmelzpunkt des Zinks iſt, derſelbe abläuft und in der Aſche oder auf dem Boden wieder feſt wird.

Die Eiſenblechbedachung wird vielfältig in Rußland angewendet, deſſen trockenes Klima der Oxydazion des Metalles nicht günſtig iſt. Die Blechtafeln haben nur eine Stärke von 0m0007, und es beträgt das Gewicht eines Quadratmeters dieſer Bedachung mit allem, was dazu gehört, beiläufig 7 Kilogr. Alle 8 oder 10 Jahre wird der Oelanſtrich des Bleches erneuert, und es ſollen die Bedachungen dann ein Alter von 50 und nach Krafft ſogar von 100 Jahren erreichen.

Die Nothwendigkeit die Tafeln zu biegen, erheiſcht es, daß man ſich nur des beſten mit Holzkohlen bereiteten Bleches bedient, das in der Hütte mit 70 Centimeter pro Kilogr. bezahlt wird. Der Quadratmeter Blechbedachung koſtet im Ganzen 7 Fr. pro Quadratmeter. Das alte Blech wird mit 20 Cent. pro Kilogr. oder 1 Fr. 40 Cent. pro Quadratmeter Bedachung wieder verkauft. Es eignet ſich dieſe Dachbedeckungsmethode vielleicht am beſten für Hüttenwerke, da ſie ökonomiſch und zweckmäßig iſt.

In England fing man damit an rinnenförmige Dachdeckungen von Eiſenblech herzuſtellen; eine Methode, welche von Renaux bei der Gasanſtalt von Perrache zu Lyon nachgeahmt wurde (Seite 139). Die verwendeten Bleche hatten eine Stärke von 0m0015; ſie wurden mit einem Paar hölzerner Cylinder von 0m25 im Durchmeſſer, die durch Hebel bewegt wurden, gekrümmt. Bevor ſie durch die Cylinder gingen, wurden ſie an den Rändern gelocht und nachher verband man ſie miteinander ſo, daß ſie die ganze Höhe der Dachfläche ausmachten, die Breite aber nur 2m0 bis 2m30 betrug. Da die Vernietungen nach der Längenrichtung bereits in der Werkſtätte vorgenommen worden waren, hatte man auf der Bauſtelle ſich nur noch mit denen nach der Breite zu beſchäftigen. Die Niete zur Befeſtigung des Bleches waren 0m01 ſtark und wurden in Entfernungen von 0m02 bis 0m03 von Mittel zu Mittel eingeſchlagen; das Uebergreifen der Tafeln übereinander betrug höchſtens 0m04. Dieſe Blechdeckung wurde vermittelſt kleiner Bügel oder kleiner Winkeleiſen von Gußeiſen in Entfernungen von 1m0 befeſtigt; ſie umfaſſen die Pfetten und die Firſtpfette und ſind mit dem Blech an den beiden Enden vernietet. Damit dem Winde gehöriger Widerſtand geleiſtet werde, wurde die Dachdeckung ferner mit kleinen eiſernen in die Frontmauern und in die Bekrönungsplatten eingelaſſenen Klammern befeſtigt. Der Firſt des Daches endlich wurde mit einem Stück eines blechernen Cylinders von 0m50 Durchmeſſer bedeckt, der ſo aufgeſetzt wurde, daß das Regenwaſſer nicht eindringen, die Dünſte aus dem Innern aber abziehen können. Dieſer Cylinder liegt ſattelförmig über die Enden der beiden Dachflächen und iſt auf jeder derſelben mit Bügeln von Bandeiſen, die ebenfalls mit dem Blech vernietet ſind, befeſtigt. Zu einem Meter dieſer rinnenförmigen Dachdeckung brauchte man 1m5 Blech, und

Digitized by Google

da der Quadratmeter incl. der Niete beiläufig 20 Kilogr. wog, ſo kam er mit Abfällen und Arbeitslohn auf etwa 23 Fr., obgleich das Blech nur 65 Fr. pro. 100 Kilogr. koſtete. Ein Preis, der alſo nicht billig zu nennen iſt.

Bleideckung. — Die Bleitafeln, welche man zur Bedeckung der Dächer verwendet, müſſen eine Stärke von mindeſtens 0^m0035 und beſſer 0^m0045 haben; ihre Länge beträgt ungefähr 3^m0 und ihre Breite 2^m0; der Quadratmeter Bedachung von 0^m0035 wiegt beiläufig 40 Kilogr. und koſtet incl. der Arbeit für das Eindecken und aller Nebendinge 24 Fr. Daſſelbe Gewicht alten Bleies koſtet beiläufig 19 Fr. Bei dieſer Dachdeckungsmethode hat man beinahe gar keine Unterhaltungskoſten und ihre Dauer erſtreckt ſich auf mehrere Jahrhunderte. Die Kirche Notre-Dame in Paris gibt uns ein Beiſpiel dafür. Bei einer Neigung der Dachfläche von 21° erfordert der Quadratmeter ohne die Zugbänder 0,064 Kub.-Holz für den Dachſtuhl.

Bei der Kupferbedachung haben die Kupfertafeln eine Stärke von beiläufig 0^m00075; iſt ſie aber geringer, ſo iſt es beſſer die Tafeln unterhalb zu verzinnen. Die Länge und Breite beträgt gewöhnlich $1^m40 \times 1^m14$. Das Kilogr. neuen Kupfers koſtet mit der Arbeit für das Eindecken ungefähr 4 Fr.; daſſelbe Gewicht alten Kupfers wird für 2 Fr. verkauft. Bei dem Bau der Deputirtenkammer in Paris, wo man dieſe Bedeckungsmethode wählte, betrug die Stärke der Tafeln 0^m0006, der Quadratmeter wiegt ungefähr $6^{Kil.}11$, und das Kilgr. wurde dem Unternehmer mit 3 Fr. 80 Cent. bezahlt, was alſo pro Quadratmeter Dachfläche 23 Fr. 22 Cent. beträgt. Bei 21° Neigung der Dächer erfordert der Quadratmeter dieſer Bedachung etwa 0,045 Kubikmeter Holz für den Dachſtuhl ohne die Zugbänder. Die Getreidehalle in Paris ſo wie die Börſe daſelbſt ſind mit Kupfer gedeckt.

Obgleich die Dauer der Blei- und Kupferdächer eine ſehr bedeutende iſt und die Unterhaltung derſelben beinahe nichts beträgt, ſo ſind doch die erſten Herſtellungskoſten zu bedeutend, als daß man ſich dieſer Methode allgemein bedienen wird.

Bedeckung von gewalzten Metallen mit kleinen Tafeln. — Das einzige Syſtem dieſer Art, das uns in Frankreich bekannt geworden, iſt das in Fig. 6, 8—12 S. 141 dargeſtellte, welches nach ſeinem Erfinder die Chibon'ſche Dachdeckungsmethode genannt wird. Die Metalltafeln haben 0^m76 bei 0, 35 und die in Fig. 10 und 11 angegebene Form; ſie werden nach Fig. 6 und 11 durch Krampen auf die Verſchalung befeſtigt. Ihr unterſter Theil iſt mit einer Abſchrägung und der obere Theil mit einer Aufbiegung im umgekehrten Sinne verſehen. Die eine Langſeite hat einen Wulſt und die entgegengeſetzte Seite einen aufgebogenen Rand, der in den Wulſt der beiden anſtoßenden Tafeln hineingreift (Fig. 11). Die Verſchalung bekömmt die Form der Tafeln. Es iſt dieſe Dachdeckungsmethode in Frankreich ſehr verbreitet und hat beſonders den Vortheil, daß ſich beſchädigte Tafeln leicht herausnehmen und durch andere erſetzen laſſen. Wenn dieſe Tafeln von Zink genommen werden, und es koſten 100 Kilogr. davon 60 Fr., ſo ſtellt der Entrepreneur ſeine Forderung für den Quadratmeter auf 7 Fr. 25 Cent., nämlich Zinktafeln (Nr. 14) 4 Fr. 20 Cent., Zubereitung der Tafeln 0,80 Fr., Spangen und Krampen 0,25 Fr., Verſchalung von Pappelholz 1 Fr., Arbeitslohn 0,50 Fr., Gewinn und Nebenausgaben 0,50 Fr. Dazu kommt noch pro laufenden Meter bleierne Wandkehlen (Kalkleiſten) von 0^m08 Breite 1,50 Fr., Dachkehlen 1,25 Fr., Rinne 1 Fr., Eindeckung des Firſtes 1,50 Fr. u. ſ. w. — Die daran vorkommenden Reparaturen und die Reinhaltung übernimmt der Entrepreneur für eine jährliche Entſchädigung von 5 Centimes pro Quadratmeter.

Digitized by Google

Die eiſerne Landungsterraſſe von Graveſend bei London.

(Nebſt Zeichnungen auf Blatt **109**.)

Dieſe von dem Ingenieur John Baldry Redman bei Milton erbaute Terraſſe (Fig. 1 und 2 Blatt **109**) dient zum Verkehr der zahlreichen Dampfſchiffe, welche täglich zwiſchen London und der Themſemündung verkehren. Es beſteht dieſes Werk aus einer langen gußeiſernen Galerie, welche 61m0 in den Fluß hineingebaut iſt; doch beträgt ihre ganze Länge mit Einſchluß des Zugangsgebäudes beiläufig 76m25 und ſchließt an der Flußſeite mit einer Quergalerie ab, welche 27m45 bei 9m15 Breite hat. Dieſe beiden Galerien, welche im Grundriß die Form eines ⊤ bilden, ruhen auf 22 gußeiſernen doriſchen Säulen, welche durch gußeiſerne Balken von doppelter ⊤ Form, worauf der Fußboden der Terraſſe liegt, miteinander verbunden ſind. Die am Ufer liegenden Balken ſind durch ein gußeiſernes doriſches Gebälk verſteckt, worüber ſich der ganze Bau mit ſeinen Oeffnungen, ſeinen gußeiſernen Pilaſtern und der aus Schmiede- und Gußeiſen beſtehenden Bedachung erhebt. Die Reiſenden gelangen zu den Schiffen vermittelſt zweier Treppen, die vor der Quergalerie angebracht ſind. An den Ufern ſind auf jeder Seite des Einganges ſymmetriſche Pavillons von Stein mit gußeiſernen Belvederes erbaut.

Sämmtliche Säulen (Fig 3, 4, 5) haben eine Höhe von 8m55, wovon nur die Uferſäulen eine Ausnahme machen, welche bloß 4m60 hoch ſind. Sie haben einen Durchmeſſer von 1m22 an der Baſis und von 0m91 am Scheitel.

Der obere Theil der Kapitäle liegt 2m44 über dem höchſten Waſſerſtande. Unter ſich ſind die Säulen über den Kapitälen durch ein horizontales Kreuzbandſyſtem von Gußeiſen, und der Höhe nach ebenfalls durch Kreuzbänder, jedoch von Schmiedeiſen, verbunden, durch welche Verbindungen ſie in ihrer ſenkrechten Stellung erhalten werden.

Die obere Galerie hat eine lichte Breite von 9m15 und iſt mit einer Bedachung verſehen, welche auf einer gußeiſernen Verbindung ruht.

Die Gründung der Säulen war der intereſſanteſte Theil bei der Ausführung dieſes Baues. Das Flußbett beſteht hier aus einer Kalkſteinſchicht von unbekannter Mächtigkeit, die mit übereinander liegenden mehr oder minder mächtigen Schichten von Gerölle, Kies, gelbem Sand und Schlamm bedeckt iſt. Es handelte ſich alſo darum, alle dieſe obern Schichten zu durchbrechen, um auf dem dichten Kalkſtein einen feſten Standpunkt zu finden. Zuvörderſt wurde der ganze Bauplatz mit Schutzpfählen umgeben, welche in regelmäßigen Zwiſchenräumen zu dem Zwecke eingeſchlagen wurden, die Bauarbeiten vor dem Stoß der vorbeifahrenden Fahrzeuge zu bewahren; der obere Theil dieſer Pfähle wurde durch horizontale Balken verbunden, worauf man eine Eiſenbahn für ein Hebezeug von 12m25 Höhe legte, welches zur Aufſtellung der Säulen benöthigt wurde. Nach Beendigung dieſer Vorarbeiten ging man zur Gründung der Mauern, der Strebepfeiler, der Pavillons und der erſten Säulenreihe über, und legte die Fundamente dieſes Theils der Terraſſe bei einer Tiefe von 6m40 in den Boden und 0m305 unter den niedrigſten Waſſerſtand. Mauern, Pavillons und Strebepfeiler wurden über einer Betonſchicht aufgeführt, und die Säulen wurden auf rechtwinklige Mauerblöcke von Ziegeln geſetzt, deren Zwiſchenräume mit feſt eingeſtampftem Kalkſtein ausgefüllt wurden. Demnächſt begann die Gründung der übrigen Säulen mit gußeiſernen Cylindern von 1m83 Durchmeſſer und 16 Millimeter Wandſtärke, welche aus übereinander geſetzten Ringen von etwa 1m50 Höhe beſtanden, die aus ſegmentförmigen und miteinander verbolzten Platten gebildet waren. Der untere Ring war unten ſcharfkantig, um ſein Eindringen in den Boden zu erleichtern. Die Cylinder wurden an den Stellen, welche die Säulen einnehmen ſollten, hinabgelaſſen und ſo weit übereinander geſetzt, daß ſie über den höchſten Waſſerſtand hinausragten. An ihrem oberen Theil wurden ſie durch einen Ring geführt, welcher durch Ketten feſt mit den Gerüſten verbunden war; außerdem wurden ſie an ihrem untern Theil durch eine Reihe von Bohlen geführt, die auf der Flußſohle lagen.

Bei der Gründung der Säulen der Quergalerie, wo eine größere Tiefe nothwendig war, verwendete man außerdem einen äußern Cylinder von 2m135 Durchmeſſer, den man bis zur Hälfte des Grundes einſenkte und welcher den Zweck hatte, innerhalb den Cylinder von 1m83

Digitized by Google

Durchmeſſer zu leiten, der auch in Folge des gewöhnlichen Druckes mit der größten Leichtigkeit hinabging.

Als die Cylinder ihren Platz einnahmen, belaſtete man ſie mit einem Gewicht von 5 bis 10 Tonnen, um ſie mit Gewalt hineinzutreiben; ſtieß man auf irgend einen Widerſtand, ſo vermehrte man dies Gewicht bis zu 20 Tonnen, indem man horizontal darüber eine der Säulen ſelbſt legte. Um die Cylinder nach und nach einzutreiben, brauchte man nur den innern Boden bis zu 30 Centim. Tiefe unter dem Fuße der Cylinder auszuheben; man belaſtete ſie dann, und ſie ſenkten ſich nun von ſelbſt hinein, ſo daß nach Verlauf von drei oder vier Tieden die Röhren die gehörige Tiefe erreicht hatten, worauf die Saugpumpen hineingeſtellt und Röhren von 0m15 Durchmeſſer angebracht wurden, welche alles Waſſer aufnahmen, das bei der Gründung durch den untern Theil der Cylinder eindrang; dann führte man das innere Mauerwerk auf, das bei den Säulen der Quergalerie zuerſt aus Romancement beſtand, über welchem man einen Block von Ziegeln mit Puzzolane aufführte, durch deſſen Mitte eine eiſerne Stange ging, die an ihrem untern Ende mit einer Armatur verſehen war, um ihr eine feſte Stellung in dem Mauerwerk zu ſichern; das obere Ende dieſer Stange wurde mit der Baſis der gußeiſernen Säulen in Verbindung gebracht. Der Mauerblock hatte eine Höhe von beiläufig 2m15, und darüber legte man einen Sockel von Hauſtein, auf den die Säulen ſelbſt geſtellt wurden.

Bei den übrigen Säulen goß man zuerſt den Beton in die Cylinder auf eine Höhe von 2m10, worauf eine Cementſchicht zu liegen kam. Das durchſickernde Waſſer, das den Beton hätte verdünnen können, wurde durch eine Röhre aufgefangen, die man in dem Mauerwerk eingeſchloſſen ließ als der Beton ſeine gehörige Feſtigkeit erreicht hatte; darüber wurden einige Schichten Ziegel in Puzzolane gelegt und über dieſe kam ebenfalls ein Sockel von Hauſtein. Die Cylinder wurden mit den Stangen verbunden, welche durch das ganze Mauerwerk gehen.

Nach dieſen Operazionen zog man die Gründungs-Cylinder heraus, ließ aber den untern Theil um die Steingründung beſtehen.

Bei der Gründung von einem dieſer Cylinder zeigte ſich ein merkwürdiges Phänomen; derſelbe wurde nämlich durch den Druck des Waſſers, das unter das Fundament eingedrungen war, plötzlich gehoben, welchem Unfall man dadurch begegnete, daß man Waſſer in den Cylinder laufen ließ und denſelben oben beſchwerte. Der Cylinder ging dann in ſeine frühere Stellung zurück und es zeigte ſich dieſes Phänomen nicht wieder.

Nach der Aufſtellung der Säulen wurden dieſelben in der oben angegebenen und durch die Zeichnungen verdeutlichten Art miteinander verbunden; die Balken wurden darüber geſtreckt und die Terraſſe ſelbſt über die letztern gelegt.

Wäſche-Trocken-Anſtalt in dem Kreis-Armen- und Irrenhauſe zu Frankenthal in der bayriſchen Rheinpfalz.

Von Hrn. Fries, königl. bayer. Bauinſpektor in Speyer.

(Mit Zeichnungen auf Blatt **110**.)

Für öffentliche Anſtalten, welche für die leiblichen Bedürfniſſe ihrer Angehörigen zu ſorgen haben, iſt namentlich der Beſorgung der Wäſche und vorzugsweiſe dem Trocknen derſelben in dem Falle beſondere Vorſorge zuzuwenden, wenn die Bevölkerung der Anſtalt ſehr groß iſt. Der Mangel eines geeigneten Trockenraumes wird alsdann auch ſtets ſchwer empfunden, und es war deshalb immer das Streben, dieſem Bedürfniſſe durch künſtliche Trockenräume abzuhelfen. Dieſer Verſuch wurde auch in der Kreis-Armen- und Irrenanſtalt zu Frankenthal mittelſt einer Luftheizung gemacht, ohne jedoch im Erfolge zu entſprechen. Es war daher Veranlaſſung gegeben, eine anderweitige Einrichtung anzubringen, welche zu ähnlichem Zwecke ſich an andern Orten bereits als erprobt erwieſen hatte. Bei der Wichtigkeit, welche den in ihren Wirkungen entſprechenden Trockenräumen ſowohl für ſtark bevölkerte Anſtalten als auch für manche Zweige der Induſtrie zuzumeſſen iſt, wird es gewiß willkommen ſein, wenn in dieſen Blättern eine Einrichtung näher beſchrieben wird, welche ſich äußerſt günſtig bewährt hat und für ähnliche Bedürfniſſe unbedingt empfohlen werden darf.

Digitized by Google

Der im verflossenen Sommer in der erwähnten Armen- und Irrenanstalt umgeänderte Trockenraum ist 14,00 Meter lang, 9,00 M. breit und 2,80 M. hoch. In der Mitte der einen Querseite sind die 3 senkrechten Lufttheizungskanäle angelehnt, welche die heiße Luft in den Trockenraum ausströmen lassen. An der gegenüber liegenden Wand dagegen ist ein hölzerner Schlauch mit Schubern angebracht, welcher sich nach oben verjüngt und bis über den Dachfirst geht. Auf diese Art wird ein starker Luftzug erzeugt, die Nässe der Wäsche von der heißen trockenen Luft aufgenommen und mit in dem Schlauche abgeführt. Die Wäsche wird auf horizontal liegenden Latten in zwei Reihen übereinander liegend aufgehängt. Bei der gebotenen Räumlichkeit können jedesmal circa 700 Stück Hemden behandelt werden, welche binnen 4 Stunden vollständig getrocknet sind, so daß für die Anstalt eine volle Wäsche, in drei aufeinander folgenden Abtheilungen zum Trocknen aufgehängt, jedesmal binnen 15 Stunden abgetrocknet ist. Die Luft wird dabei im Trockenraume bis zu 45 Grad R. erhitzt, und es werden zu einer Wäsche, also zu circa 2100 Stück Hemden, zu trocknen 12 Zollzentner Steinkohlen verbraucht. Die Anlagekosten haben 1000 fl. betragen.

Dieses thatsächliche Ergebniß dürfte daher für weitere Anwendung genügend empfehlen.

Nachdem jedoch das Gelingen dieser Trockenanlagen von der richtigen Wahl der Konstrukzion abhängt, so wird es nothwendig, die einzelnen Theile näher zu beschreiben.

Fig. 1 (Blatt **110**) gibt den Trockensaal mit den 3 Lufttheizungskanälen und ihren Ausmündungen; gegenüber den hölzernen Schlauch d; Fig. 2. der Querschnitt durch die ganze Heizvorrichtung, zeigt den Luftleitungskanal f; die Heizungsröhren a b und c mit der Feuerung V; dann den Trockensaal mit seinem Aufhängegestelle, ferner die vertikale Ansicht des hölzernen Abzugsschlauches d. Fig. 3, 4 und 5 geben die Luftzuleitungskanäle e f g; dann den Horizontalschnitt der Lufttheizung im Heiz- und Trockenraume. Fig. 6. Vertikalansicht der Lufttheizung mit den Ausmündungsöffnungen im Trockensaale. Die untern Thürchen dienen zur Nachsicht in den Heizkanälen. Fig. 7 und 8 stellen die vertikale Ansicht und den Grundriß des Abzugsschlauches vor, endlich Fig. 9 gibt die Feuerung; Fig. 10 und 11 geben den untern Theil der Heizanlage. Hiebei wird noch besonders erläutert:

1. Der Heizofen V ist aus Gußeisen und aus 5 Theilen zusammengesetzt, nämlich: 1) aus dem Bodenrahmen h, auf welchem der Ofen in Falzen steht; 2) der Bodenplatte i; 3) dem Roste; 4) dem untern viereckigen Ofensatze mit Hals, und 5) dem nach oben konisch zulaufenden Oberofentheil k.

Sämmtliche Theile sind 2 Centimeter dick.

2. Das Rauchrohr a b c ist 30 Centimeter weit von Eisenblech, zunächst dem Ofen $3^1/_2$, am obern Ende nur 2 Millimeter dick. An den horizontal liegenden Theilen ist zur Reinigung eine Kapsel angebracht.

3. Die 3 Wärmekanäle um die Röhre a b c erhalten ihre Zuleitung durch 3 g e s o n d e r t e Kanäle, wie Fig. 3 darstellt, und es ist durchaus nicht gestattet, dieselbe in e i n e n Kanal zu vereinigen, indem dadurch die Luft zu dem meist erwärmten Rohre hingezogen würde und die übrigen Heizkanäle nicht genügendes Luftquantum erhielten. Auch ist es nothwendig, jenen Zuleitungskanal, welcher zum Heizofen und Heizkanal b führt, etwa um ein Drittel weiter zu machen als die beiden übrigen Zuleitungskanäle. Nach außen sind diese Kanäle mit Schubern je nach Bedarf abzusperren. Eben so befinden sich solche Schuber an den Ausströmungsöffnungen im Trockensaale, welche in der oberen Hälfte der Zimmerhöhe liegen sollen.

4. Der Dunstschlauch hat 6 Schuber am Boden des Trockenraumes, wie Fig. 7 und 8 zeigt. Dieselben sind 1,00 Meter hoch, dürfen beim Beginn der Heizung nur 10 Centimeter hoch, dann 20 Centimeter und, wenn die Hitze im Trockenraume 40 Grad R. erreicht hat, nicht über 45 Centimeter gezogen werden, wodurch dann binnen 2 Stunden im ganzen Trockensaale eine Temperatur von 45 Grad R. erzielt wird und ein starker Luftzug besteht.

Dieser Dunstschlauch ist unten 7,80 Meter lang und 0,83 Meter weit. Derselbe verjüngt sich bis zur Decke auf 3,00 Meter Länge und 0,65 Weite und steigt dann senkrecht auf bis über den Dachfirst, wo eine Blechhaube denselben überdeckt (Fig. 2).

5. Die Wäsche ist der Länge des Saales nach in Reihen von 20 Centimeter Zwischenräumen aufgehängt, was sich zum Durchzuge der heißen Luft bewährt hat.

6. Zur Abführung des Wasserdampfes aus der Waschküche wurde der erwärmte Kamin l angelegt, ohne

Digitized by Google

damit jedoch einen wesentlichen Erfolg zu erzielen. Die Wasserdünste sind zu dicht und dadurch zu schwer und unbeweglich.

Dergleichen Trockenanstalten bestehen bereits auch zum Trocknen von Thierhäuten in Gerbereien und können zu ähnlichen Zwecken bestens empfohlen werden. Je nach Oertlichkeit sind die Zuleitungskanäle verschieden anzulegen, dagegen sollten die im Plane eingeschriebenen Dimensionen eingehalten werden, wenn ein Gelingen der Einrichtung verbürgt werden soll.

Aus diesem Grunde wurden auch die Pläne der Art gehalten, daß die Ausführung darnach unzweifelhaft erfolgen könne. Schließlich wird noch bemerkt, daß Baumeister L. Strebel in Worms zur Ausführung ähnlicher Trockenanstalten bestens empfohlen werden kann.

Speyer, den 26. December 1856.

Vervollkommneter Brodbackofen.

(Nebst Zeichnungen auf Blatt III.)

Der auf dem beiliegenden Blatte dargestellte Brodbackofen ist von dem Civilingenieur Lespinasse in Paris konstruirt worden. Nachdem derselbe die gewöhnlichen so wie die mit warmer Luft betriebenen Backöfen studirt, erdachte er einen Backofen, welcher von seinem Heerde aus erwärmt wird, der jedoch so kombinirt ist, daß der größte Theil der entwickelten Hitze benützt werden kann. Ueber dem Gewölbe oder der Haube des Ofens sind Kanäle angelegt, durch welche der Rauch streicht, bevor er in den Schornstein entweicht, während ähnliche Kanäle unter der Sohle angebracht sind, um die Luft zur Speisung des Heerdes aufzunehmen. Es gelangt also bei diesem Apparat die zur Verbrennung nothwendige Luft nicht durch das Mundloch in den Ofen, sondern durch Kanäle, deren Wärmekapacität sichstets mit dem Innern des Ofens in Temperaturgleichgewicht zu setzen strebt. Wir geben hier die Beschreibung eines Ofens, wie ihn Hr. Lespinasse anfänglich konstruirte.

Der Ofen wurde über einer Grundlage errichtet, welche ein Gewölbe trug, das an der Vorderseite geschlossen war, damit die kalte Luft nicht eindringen konnte. Das Ofengewölbe über dem Heerde hatte die Form einer Fläche, welche durch die Durchschneidung eines abgestutzten Kegels von einer durch seine Achse gehenden Ebene entsteht; der Scheitel des Kegels befand sich an der Seite des Mundloches und die Winkel waren im Innern abgerundet. Die Haube bestand aus zwei Afterkegeln mit einem Zwischenraume von etwa 0m14, welcher durch 5 Wände in 6 Kanäle getheilt wurde, welche Flamme und Rauch erst nach ihrer ganzen Länge durchzulaufen hatten, bevor der letztere in den vor dem Ofen stehenden Schornstein entweichen konnte. Zwischen der Grundlage des Ofens und dem Heerd befanden sich die Kanäle, in welchen die kalte Luft cirkulirte, um sich zu erwärmen, bevor sie in das Innere des Ofens trat, wo sie zur Verbrennung des Holzes verwendet werden sollte. Die Heizung erfolgte auf dem Heerde, wohin das Holz gelegt wurde; der Unterschied gegen die gewöhnlichen Backöfen bestand also nur in der Verbrennung, welche mit Hülfe der warmen Luftströme bewirkt wird, während dies sonst mit kalter Luft geschah; das Mundloch wurde gänzlich geschlossen; das zur Verbrennung erforderliche Luftvolum konnte durch Register nach Belieben vergrößert oder vermindert, und es konnten ferner die Durchgangsquerschnitte des Rauches nach dem Bedürfniß durch zwei Klappen der Luftlöcher modificirt werden, womit man es also in der Gewalt hatte die Verbrennung zu beschleunigen oder zu verzögern und dem Ofen die Hitze während des Einschießens der Brode und während der Zeit zu erhalten, die zum Brodbacken erforderlich war. Da das Holz genau vor die Einführung der erwärmten Luft gelegt wurde und die Rauchzüge sich im Hintertheil des Ofens befanden, so folgt aus dieser Anordnung, daß die Flamme von den warmen Luftströmen gegen den Hintergrund des Ofens gestoßen wird, den sie ganz einhüllt; die Strahlung dieser Flamme macht sich an der ganzen innern Fläche fühlbar und kommt sie im Hintergrunde an, so wird sie noch benutzt, indem sie die zwischen den beiden Gewölben bestehenden Kanäle durchstreicht, von wo sie in den Schornstein entweicht. Der zwischen den beiden Gewölben gelassene leere Raum hat nicht bloß den Zweck, die Flamme und den Rauch vortheilhaft zu benützen, sondern auch einen Warmluftbehälter abzugeben, welcher die Wärme des ersten Mantels verhindert nach außen zu entweichen, wenn die

Digitized by Google

Klappen der Rauchzüge geſchloſſen ſind. Auch haben dieſe Klappen noch den Zweck, nach Belieben eine Hälfte des Ofens ſtärker zu heizen als den andern. Die Luftkanäle unter dem Heerde und die an den Widerlagern des Gewölbes anſtoßenden bilden ebenfalls einen Warmluftmantel gegen das Entweichen der Hitze in die Grundlage, wenn die Regiſter geſchloſſen ſind.

Der innere Theil des Schornſteins war durch eine Klappe geſchloſſen, welche vermittelſt einer Wippe geöffnet werden konnte; ſie war während der Verbrennung immer geſchloſſen, um das Eindringen der kalten Luft in den Schornſtein zu verhindern, was den Zug ſehr beeinträchtigen würde. Dieſe Klappe wird nur beim Einſchießen geöffnet, damit der Rauch der Leuchtfackel entweichen kann, der ſich ſonſt in der Bäckerei verbreiten würde. Die Ofenthür wurde durch einen unter dem Vorheerd angebrachten Mechanismus gehandhabt und hatte ein Gegengewicht, ſo daß ſie in allen ihren Stellungen im Gleichgewicht blieb; drückte man ein wenig auf einen kleinen Hebel mit gezahnter Stange, ſo war ſie ſofort beweglich. Zur Reinigung der Rauchröhren waren Oeffnungen vorhanden, die an der Vorderſeite des Ofens durch blecherne Stöpſel geſchloſſen wurden. Um die Bäckerei im Winter zu heizen waren zwei Oeffnungen oder Zuglöcher angebracht; man öffnete zu dieſem Zweck zwei Regiſter, nachdem das Mundloch des Ofens und die Klappen geſchloſſen waren. Die Luft, welche ſich in dem Apparat erwärmt hatte, wurde dann gezwungen durch dieſe Luftlöcher zu ſtrömen, welche ebenfalls durch blecherne Stöpſel geſchloſſen wurden. Es iſt zu bemerken, daß die von dem Ofen erzeugte Wärme ſtets hinreichend war zur Erwärmung der Bäckerei, und nur bei ſehr ſtrenger Kälte brauchten die Luflöcher geöffnet zu werden.

Als eine vorzügliche Eigenſchaft des hier beſchriebenen Ofens iſt noch zu bemerken, daß derſelbe im Verhältniß zu andern Oefen wenig Rauch erzeugt, denn nachdem ein ſolcher 14 Monate hintereinander im Gebrauch geweſen, brauchte derſelbe noch nicht gereinigt zu werden.

Die Oefen, welche nach dem vorſtehenden erbaut worden ſind, hatten meiſtens bedeutende Dimenſionen und waren wie er mit kalten Luftzügen unter dem Heerde verſehen, weßhalb man in einem Tage oftmals in der Kriegsbäckerei zu Paris 12 bis 14 Mal in 24 Stunden backen konnte. Bei demjenigen Ofen aber, der auf dem beiliegenden Blatte dargeſtellt iſt, wurde keine Luftcirkulazion unter dem Heerde angebracht, weil er für Anſtalten beſtimmt war, in denen täglich nicht mehr als 5 bis 6 Mal eingeſchoſſen werden ſollte; die Konſtrukzion des Ofens iſt daher außerordentlich vereinfacht, auch hat er geringere Dimenſionen und iſt ſowohl für Privat- wie für Militairbäckereien verwendbar.

Sollte er aber Tag und Nacht thätig ſein, ſo würden kalte Luftzüge unter dem Heerde unumgänglich nothwendig werden, damit die Brode im vordern Theil des Ofens gehörig ausbacken. Das Mundloch a (Fig 3 und 5 Blatt **III**) iſt von Gußeiſen und mit einer ſich um ein Scharnier drehenden Thür a' geſchloſſen, welche ſich beim Oeffnen vorn überlegt, um eine Art von horizontalem Tiſch zu bilden, auf den man vor dem Einſchießen das Brod oder den Schieber legt, womit es eingeſchoſſen wird. An der Hinterwand des Ofens liegen die gußeiſernen Röhren b, welche in Fig. 6, 7 und 8 in vergrößertem Maßſtabe dargeſtellt ſind; ſie ſind der Anfang der Zugröhren d, die über dem Gewölbe liegen, und verbinden ſich mit den obern Theilen c auf die in den Figuren angedeuteten Art, indem ſie gebogen ſich an die horizontalen Kanäle anſchließen, welche mit den vordern Oeffnungen f in unmittelbarer Verbindung ſtehen, wie aus Fig. 2 erſichtlich iſt. Durch kleine Ziegelwände r getrennt, haben ſie rechts und links neben ſich mehrere ähnliche Kanäle e, welche als Luftmantel dienen und ebenfalls von Ziegelwänden eingeſchloſſen ſind. Die eigentlichen Zugröhren ſind an der Vorderſeite des Ofens durch gußeiſerne Regiſter f' geſchloſſen, welche vermittelſt der eiſernen Griffe k' gehandhabt werden, die auf derſelben Achſe befeſtigt ſind wie die Wippe j, durch welche das Regiſter f' vermittelſt der Kette f'' gehoben wird; die Achſe geht durch eine Büchſe k (Fig. 9—12). Es läßt ſich nun der Zug nach Belieben reguliren und die Hitze kann auf den erforderlichen Grad gebracht werden, indem man die Regiſter viertel, halb oder dreiviertel oder auch ganz öffnet, und da zwei ſolcher Regulatoren vorhanden ſind, ſo iſt es ſehr leicht die Flamme nach einem Theile mehr als nach dem andern zu leiten. Zur Reinigung der Zugröhren dienen die mit Klinkenthüren g' verſehenen Oeffnungen g (Fig. 1).

Der Schornſtein C iſt unten mit einer blechernen Klappe h geſchloſſen, die von außen durch eine Kette und eine kleine gußeiſerne Rolle i gehandhabt werden

Digitized by Google

kann. Der mittlere Theil dieſer Klappe iſt zum Oeffnen eingerichtet, damit der Reinigungsapparat paſſiren, der Ruß herausgenommen und der Rauch von den Leuchtfackeln beim Einſchießen abziehen kann, weil dann die Regiſter der Zugröhren geſchloſſen ſein müſſen und der Rauch ſich in die Bäckerei verbreiten würde. Der Mechanismus dieſer Klappe, welche während des Heizens des Ofens nicht offen ſein darf, weil durch die alsdann in den Schornſtein einſtrömende kalte Luft der Zug bedeutend gemäßigt werden würde, iſt aus Fig. 2 u. 3 deutlich zu erſehen.

Der Ofen iſt aus verſchiedenen Materialien konſtruirt worden; ſo beſteht die Hauptgrundlage K, welche die Sohle oder den eigentlichen Heerd und folglich den Ofen ſelbſt aufnimmt, aus grobem Flußſand, der ſehr gut getrocknet und zu einer dicken Schicht zuſammengeſtampft iſt, die mit einer doppelten Lage von Dachziegeln bedeckt wird, welche man in einen beſondern halb aus Lehm und halb aus Gips beſtehenden Mörtel legt und ſie zu einem horizontalen und feſten Lager verbindet. Doch müſſen hin und wieder einige Löcher darin ausgeſpart werden, damit während des Beheizens des Ofens die in der Grundlage ſich entwickelnden Waſſerdämpfe entweichen können; ohne dieſe Vorſichtsmaßregel würden die Flieſen des Heerdes an manchen Stellen gehoben werden. Ueber dieſes Lager l legt man die beiläufig 10 Centimeter ſtarke Sandſchichte und auf dieſelbe die Flieſen n des Heerdes ſelbſt; ſie werden trocken verſetzt, ſind 0^m50 in Quadrat groß, 0^m10 ſtark und beſtehen aus ungebrannter Erde. Die Form der Sohle iſt in Fig. 5 angegeben; ſie wird aus zwei Halbkreiſen von reſp. 1^m70 und 1^m550 konſtruirt, welche durch ihre Tangenten miteinander verbunden ſind.

Die ganze Umfaſſung X wird von gewöhnlichen Bruchſteinen in Gips und von der Ziegelſchicht l an von Ziegeln aufgemauert; die Widerlager O werden in Mörtel von $^1/_4$ Lehm und $^3/_4$ Gips von feuerfeſten Ziegeln hergeſtellt, eben ſo das Gewölbe oder die Haube, welche wie bei allen Oefen dieſer Art eine ſehr gedrückte Form hat. Die Ziegeln dieſes Gewölbes werden in der untern Hälfte mit Lehm zum beſſern Widerſtande gegen die Wirkung des Feuers, in der obern Hälfte aber mit Gips zur Feſtigung des Gewölbes vermauert, das oben mit einer horizontalen Kappe q abgedeckt wird, die ebenfalls wie die Kappe l aus einer Doppelſchichte von Dachziegeln in Mörtel von gleichen Theilen Lehm und Gips beſteht. Ueber dieſe Kappe ſetzt man die kleinen ſenkrechten Wände r zur Bildung der Zugröhren und der Luftmäntel auf, und bedeckt ſie mit einer letzten Kappe s, die aus einer Schicht von dreifachen Ziegeln beſteht, welche mit einer ſtarken Schicht t aus Lehm belegt wird, auf die gewöhnliche Flieſen u über einer Schicht feinen Sandes in Gips zu liegen kommen.

Was nun den Betrieb des Ofens betrifft, ſo iſt darüber folgendes zu bemerken. Wir nehmen an, daß die Arbeit beginnen ſoll und daß die Oeffnungen des Ofens geſchloſſen ſind. Zuerſt öffnet man das Mundloch a und ſchiebt das zum Beheizen des Ofens erforderliche Holz in Scheitern ein, die nach der Länge geſpalten ſind und ſo, wie in Fig. 5 angedeutet, gelegt werden. Wenn die Brode für den erſten Schuß noch nicht bereit ſind, ſo ſchließt man die Thür wieder; während dieſer Zeit trocknet das Holz und es kann dann ſchneller verbrennen, wenn der Moment zum Anzünden gekommen iſt, worauf man die Regiſter der Zugröhren und das Mundloch öffnet und das Holz in Brand ſteckt. Iſt daſſelbe halb verbrannt, ſo hat ſich die Rauchmaſſe bedeutend vermindert und ſie bedarf dann weniger Raum für den Abzug, weßhalb man die Zugröhren zur Hälfte und etwas ſpäter auf drei Viertel ſchließt. Iſt das Holz ganz zu Kohle verbrannt, ſo ſchürt man dieſe mit der Feuerkrücke gegen das Mundloch hin zuſammen, öffnet dann die Klappe h und ſchließt die Regiſter der Zuglöcher ganz. Nun nimmt der Rauch eine andere Richtung, denn anſtatt durch die Zugröhren zu ſtrömen, entweicht er unmittelbar durch das Mundloch und die Oeffnung in der Klappe in den Schornſtein.

Es iſt übrigens vortheilhaft, wenn die Kohlen am Mundloche eine kurze Zeit liegen bleiben, um dem Ofen eine größere Hitze mitzutheilen, die ſich während des Einſchießens der Brode zum Theil verliert. Nachdem man die Kohlen ganz herausgezogen, ſchließt man das Mundloch, um die Vorbereitungen zum Einſchießen zu treffen; während dieſer Zeit wird die Temperatur im Ofen gleichmäßiger. Das Einſchießen geſchieht ohne die Regiſter f der Zugröhren zu öffnen, weil ſich ſonſt kalte Luftzüge von dem Mundloch bis zu den Zugröhren erzeugten, welche den Backraum bedeutend abkühlen würden. Nach dem Einſchießen ſchließt man ſofort das Mundloch, um es erſt nach Verlauf von 20 oder 25 Minuten zu öffnen, damit man ſich von dem Zuſtande des Gebäckes überzeugt. Bemerkt man, daß es zu

Digitized by Google

viel Farbe annimmt, ſo iſt dies ein Zeichen, daß der Ofen zu heiß iſt, und man öffnet dann einen Augenblick die Regiſter der Zugröhren, um die überflüſſige Wärme abziehen zu laſſen.

Die Temperatur des Ofens muß der Art ſein, daß die Brode in 35 bis 40 Minuten ausbacken, ohne zu verbrennen, was ſich natürlich auf alle eingeſchobenen Brode bezieht.

Der auf Blatt **111** dargeſtellte Ofen iſt für 155 Kommißbrode oder 310 Razionen eingerichtet, welche auf einmal gebacken werden können.

Beſchreibung einer Oelmühle mit Dampfbetrieb.

Erbaut von dem Mechaniker Hrn. Jules Lecointe zu St. Quentin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt **112—114**).

Seit einer Reihe von Jahren hat ſowohl die öffentliche als die privatliche Beleuchtung außerordentliche Modifikazionen erfahren. Einerſeits haben alle großen Städte und ſelbſt viele kleinere Ortſchaften und Lokalitäten zu dieſem Zwecke das Kohlenwaſſerſtoffgas angenommen, anderſeits aber wird der Gebrauch der Stearinkerzen in der Haushaltung immer allgemeiner und ſcheint die Beleuchtung durch Talgkerzen ganz verdrängen zu wollen. Man könnte auf den erſten Anblick glauben, daß demnach die Erzeugung des Oeles ſich vermindern müßte; das iſt aber durchaus nicht der Fall, denn es gewinnt dieſer Induſtriezweig eine immer größere Ausdehnung; die Oelfabriken vermehren ſich, die Oelpreiſe werden immer höher, und es iſt ausgemacht, daß die Oelbeleuchtung mit der ſtets im Zunehmen begriffenen Gasbeleuchtung gleichen Schritt hält, und daß daher eine bedeutendere Oelkonſumzion ſtattfindet, welche wohl nicht wieder geringer werden wird. Auch dürfte dieſer Induſtriezweig, wenn die Arbeiten zweckmäßig geleitet werden, wohl zu denen gerechnet werden müſſen, welche ſehr ergiebig ſind; doch gehören dazu, im Großen betrieben, bedeutende Kapitalien, gute Apparate und eine beſondere Thätigkeit.

Wenn man von dem Grundſatz ausgeht, daß der wahre Erfolg induſtrieller Unternehmungen von einer intelligenten Organiſazion und von einer großen Sorgfalt abhängt, die man auf die erforderlichen Maſchinen verwendet, ſo dürfte es nicht ohne Intereſſe ſein, wenn wir hier einen ausführlichen Bericht über das jetzige Verfahren bei der Oelfabrikazion aus Samen, und über die Anordnung der vervollkommneten und in mehreren großen Fabriken angewendeten Apparate unſerer Darſtellung einer Oelmühle voranſenden.

Die vegitabiliſchen Oele werden im Allgemeinen für die Nahrung, für die Induſtrie und für die Beleuchtung benützt. Die Früchte und Körner, woraus man ſie fabricirt, ſind in der nachſtehenden Tabelle bezeichnet, aus welcher zugleich die höchſten Gewichtsquantitäten Oel hervorgehen, die man daraus erhält.

Benennung der Subſtanzen	Oelgewinne von 100 Kilgr.
Wallnuß	40—70
Ricinus communis	62
Haſelnuß	60
Zahme Kreſſe	56—58
Süße Mandel	40—54
Bittere Mandel	28—46
Mohn	56—63
Oelrettig	50
Orientaliſcher Seſam	50
Europäiſche Linde	48
Erdeichel	43
Kohl	30—39
Weißer Senf	36—38
Repskohl und ſchwediſche Rübe	33,5
Gemeine Pflaume	33,3
Oeltragender Feldkohl	36—40
Rübſamen	30—36
Purgirkörner	30
Wilder Senf	30
Leindotter	28
Reſeda	29—36
Kürbis	25
Citrone	25
Gemeine Diſtel	25
Kienſamen	24

Digitized by Google

Benennung der Subſtanzen	Oelgewinne von 100 Kilgr.
Hanfſamen	14—25
Leinſamen	11—22
Schwarzer Senf	15
Bucheichel	15—17
Sonnenblume	15
Stechapfel	15
Weinkerne	14—22
Indiſche Kaſtanie	8—12
Rapsſamen	18

Die in dieſer Tabelle angegebenen Ziffern des Erträgniſſes können nur bei Anwendung der beſten Extrakzionsverfahren und mit Rohſtoffen der beſten Qualität erreicht werden. Die Früchte müſſen von ihren Schalen, Hülſen, Sproſſen u. ſ. w., ſo wie von allen Theilen gereinigt werden, welche kein Oel enthalten.

Die Oelausziehungsmethode theilt man in zwei Klaſſen; in die der Oelbeeren und in die der Oelſamen. Die ölreichſten Samen und diejenigen, welche man allgemein zur Oelerzeugung gebraucht, ſind: Kohlſaat, Rübſamen, Senf, Leindotter, Mohn, Leinſaat, Hanfſaat, Buchnuß. Die Wallnüſſe geben ein ſehr geſchätztes Oel, das auf dieſelbe Weiſe ausgezogen wird wie bei den Oelbeeren.

Die Manipulazionen, welche zur vollſtändigen Ausziehung des Oeles aus dem Samengut nothwendig ſind, reduciren ſich auf zwei hauptſächliche, nämlich auf das Stampfen des Samens, und auf das Preſſen oder die eigentliche Ausziehung. Die Operazionen, die man in den meiſten Oelmühlen nach und nach vornimmt, beſtehen:

1. in der Abſchälung und im Zerdrücken des Samens;
2. in der Erwärmung des zerdrückten Samens;
3. in der erſten Preſſung oder dem eigentlichen Ausſchlagen;
4. in der zweiten Quetſchung des gepreßten Samens oder dem Nachſchlagen;
5. in der Erwärmung des auf dieſe Art behandelten Samens;
6. in der zweiten Preſſung.

Ausſchlagen des Samens. — Bei den alten Gewinnungsmethoden gebrauchte man, um den Samen zum erſtenmale zu zermalmen, Stampf- oder Pochwerke, welche aus ſtarken eichenen mit Eiſen beſchlagenen Hölzern beſtanden, die den Samen in hölzernen Trögen mit gußeiſernem Boden ſtampften. Dieſe übrigens ſehr einfachen Apparate hatten die Unannehmlichkeit, daß ſie zu viel Raum einnahmen, da man bei ihrer geringen Leiſtungsfähigkeit deren mehrere aufſtellen mußte; auch verurſachten ſie ein bedeutendes Geräuſch und viele Reparaturen. Nachdem man ſie durch Brechmaſchinen verſchiedener Art zu erſetzen verſucht hatte, ſcheint man ſich allgemein eines Quetſchwerkes und ſenkrechter Mühlſteine zu bedienen, denn man findet ſie in allen großen Fabriken und auch in derjenigen, welche der Gegenſtand dieſer Mittheilung iſt.

Die vorläufige Zerkleinerung iſt unumgänglich nothwendig, um das Ausquetſchen durch die Preſſe zu erleichtern.

Erwärmung des Samens. — Der Gebrauch den Samen zu erwärmen, bevor man ihn unter die Preſſe bringt, wird von den Chemikern als nachtheilig für das dargeſtellte Oel gehalten; indeſſen würde die Gewinnung auf kaltem Wege ſehr ſchwierig ſein und wenig Ausbeute gewähren; auch macht die Reinigung, welche ſpäter mit den Oelen vorgenommen wird, ſie für die Induſtrie und für die Beleuchtung hinreichend geeignet.

Es gibt zwei Methoden der Erwärmung, nämlich das offene Feuer und der Dampf. Ueber die Vorzüge des einen Syſtems vor dem andern ſind die Fabrikanten nicht einig; der Unterſchied zwiſchen beiden beſteht übrigens nur in dem Temperaturgrade, der bei ihnen beziehungsweiſe möglich iſt. Da der Dampf, der zur Erwärmung benutzt wird, gewöhnlich in den Generatoren gebildet wird, welche für die Betriebsmaſchine der Fabrik beſtimmt ſind, ſo iſt es augenſcheinlich, daß die Temperatur kaum 130 bis 140 Grad überſteigen kann, was alſo eine geringere iſt als man beim Feuer hervorzubringen vermag. Die Verwerfung des Dampfes von gewiſſen Fabrikanten beruht nur auf den Unterſchied in der Ausbeute, die ſie für etwas geringer halten als wenn die Erwärmung bei offenem Feuer vorgenommen wird.

Erſte Preſſung. — Der gewärmte Samen wird in Säcke gethan und es kommen deren wenigſtens vier zugleich in die Preſſe, welche ein Geſammtgewicht haben, das gewöhnlich 10 Kilogramm nicht überſteigt.

Ehemals bediente man ſich der Keilpreſſen zur

Digitized by Google

Gewinnung des Oeles, und auch jetzt noch ſind dieſelben in einigen Etabliſſements im Gebrauch. Dieſe Preſſen beſtehen aus einem Trog, in den die mit Samen gefüllten Säcke gelegt werden, indem man ſie durch hölzerne Keile voneinander ſcheidet, die man dadurch antreibt, daß man auf ihren Kopf einen ſchweren Hammer fallen läßt, der die Form eines 250 bis 300 Kilogr. ſchweren Stößels hat, welcher durch einen an einer horizontalen Triebwelle befeſtigten Daumen gehoben wird. Die Leiſtung einer ſolchen Preſſe iſt gut, wird aber nur langſam bewirkt; anderentheils verurſachen dieſe Apparate auch viel Geräuſch und Vibrazionen, welche den Fundamenten nachtheilig ſind. Dennoch werden ſie in einigen Gegenden hydrauliſchen Preſſen vorgezogen, welche nichts deſto weniger große Vortheile bieten und nicht dieſelben Nachtheile beſitzen, weßhalb ſie auch in neuern Oelfabriken allgemein angenommen wurden.

Auch dieſe Preſſen ſind ihrer Einrichtung nach ſehr verſchieden. Die einen ſind vertikal, die andern horizontal, die meiſten arbeiten kalt wie die Keilpreſſen; erſt ſeit einiger Zeit werden manche durch Dampf erwärmt wie diejenigen Preſſen, welche zur Fabrikazion der Stearinkerzen beſtimmt ſind. Beſonders aber iſt es durch den auszuübenden Druck bedingt, daß hierin bedeutende Abweichungen exiſtiren; auch ſcheint es, wie wir weiterhin ſehen werden, daß das Erwärmt- oder Nichterwärmtwerden Veranlaſſung zu dieſen Unterſchieden gibt. Für jetzt iſt nur zu bemerken, daß man mit den kalt wirkenden ſenkrechten hydrauliſchen Preſſen bedeutende Preſſungen hervorbringen kann, welche ſich nach und nach von 100000 bis 250000 Kilogr. bei dem Nachſchlagen oder dem zweiten Ausſchlagen erheben. Es iſt übrigens bekannt, daß dieſer Druck in allen Fällen ungleich höher ſein muß als bei dem einmaligen Ausſchlagen.

Zweite Ausſchlagung oder Nachſchlagung. — Nach der vorhergehenden Operazion bildet das in jedem Sack enthaltene Samengut eine ſtark zuſammenhängende Maſſe, welche man Oelkuchen nennt, den man in Stücke bricht, um von neuem unter die ſenkrechten Mühlſteine gebracht und denſelben Operazionen unterworfen zu werden als vorher. Dieſe zweite Operazion, welche das eigentliche Nachſchlagen bildet, findet immer ſtatt, das Ausſchlagen möge nach dieſer oder jener Methode geſchehen; das Produkt aber iſt ſtets geringer als bei der erſten Ausſchlagung; auch iſt es ſchlechter.

Hierauf beſchränken ſich die Operazionen des eigentlichen Ausſchlagens und wir haben nur noch von der Reinigung der gewonnenen Oele zu reden. Man wendet hierbei eine Methode an, welche darin beſteht, das rohe Oel mit einem gewiſſen Volum koncentrirter Säure nach folgender Art zu behandeln. Das Oel wird mit $1^1/_2$ bis 2 oder 3 Hunderttheilen koncentrirter Schwefelſäure mit einer Rührſtange mit Schaufeln in einem großen mit Blei verkleideten Behälter oder in Tonnen, welche mehrere Hektoliter Oel enthalten können, ſtark umgerührt; langſam und porzionweiſe wird dabei die Säure in den Behälter geſchüttet; das Oel wird 20 bis 25 Minuten umgerührt, dann läßt man es eine Viertelſtunde ſtill ſtehen und rührt es abermals einige Minuten hindurch um. Das Oel wird zuerſt grün und geht ins Schwarze über, nach Maßgabe als der Pflanzenſchleim ſich verkohlt und ſich niederſchlägt. Der ſchwarze Niederſchlag trennt ſich ſogleich vollſtändig, und das Oel, in welchem Flocken ſchwimmen, nimmt eine große Durchſichtigkeit an. Man überläßt es nun 24 Stunden der Ruhe, dann werden pro Hektoliter 25 bis 30 Liter Waſſer von 35 oder 40° Wärme hinzugethan, oder es wird ein Dampfſtrom eingeführt. Wiederum wird 8 bis 10 Minuten umgerührt, und dann läßt man die Miſchung in geräumige Gefäße laufen, welche an einen Platz geſtellt ſind, wo die Temperatur auf 25° Wärme erhalten werden kann. Das Oel bleibt nun 3 Tage ruhig ſtehen, worauf es in drei Schichten getheilt iſt, wovon die oberſte gereinigtes Oel iſt, das man durch eine mit Oelkuchen bedeckte Schicht Moos oder durch Baumwolle filtrirt, die zwiſchen metallenen Scheiben liegt, welche mit Löchern durchbohrt ſind. Die zweite Schicht iſt unreines, dickes und bräunliches Oel, das beſonders aufbewahrt wird und von welchem man mit der Zeit noch eine gewiſſe Quantität gereinigtes Oel abzieht. Die dritte Schicht endlich iſt Waſſer, das mit Schwefelſäure und veränderten fremden Stoffen geſchwängert iſt und zur Anfertigung des Vitriols dient, den man zum Beizen der Metalle gebraucht.

Unter Beobachtung der folgenden Modifikazion kann das vorige Verfahren ſchneller ausgeführt werden. Wenn das Oel mit der Schwefelſäure umgerührt worden und ein grünliches Anſehen bekommen hat, der Niederſchlag aber der durch die Säure veränderten Stoffe ſich zu bilden beginnt, ſo ſchüttet man nach und nach zu dickem Brei verdünnte Kreide hinzu, bis das Lackmußpapier anzeigt, daß die Sättigung bewirkt iſt. Man läßt nun

Digitized by Google

niederſchlagen und zieht das Oel in Kufen ab, deren Boden mit Löchern verſehen ſind, die mit Dochten von Baumwolle oder gekämmter Wolle ausgelegt werden.

Um dieſe immerhin langweilige und ſtörende Filtrirung zu vermeiden bringt man das getrübte Oel in eine große Tonne und rührt es mit zerſtoßenem und getrockneten Oelkuchen um. Zu 6 Hektoliter Oel gebraucht man 50 Kilogr. Oelkuchen. Nachdem es 20 Minuten lang umgerührt worden, läßt man es ſich ſetzen. Acht oder zehn Tage nach dieſer Operazion kann man beiläufig 4 Hektoliter vollkommen geklärtes Oel abziehen, das man durch Aufgießen einer gleichen Quantität getrübten Oeles erſetzt. Drei Tage nachher kann man einen neuen Abzug vornehmen und ſo weiter fort, bis man mit den 50 Kilogr. Oelkuchen beiläufig 200 Hektoliter Oel geklärt hat.

Der Verluſt des Oeles durch die Reinigung beträgt $1^1/_2$ bis 2 Procent, je nach der Qualität, nach dem Zubereitungsverfahren u. ſ. w.

Ein gereinigtes Oel von guter Qualität darf beim Brennen den Docht weder ſchwärzen noch verkohlen; geſchieht dies aber, ſo iſt es ein Zeichen, daß die Reinigung ſchlecht bewirkt und daß nicht alle Säure iſt entfernt worden; auch darf ſich der Docht nicht mit kleinen Schnuppen bedecken, was auf eine unvollſtändige Reinigung hindeuten würde; das Oel ſoll weder gefärbt noch trübe ſein, noch ſoll es ſeine ganze Klebrigkeit verloren haben und wie Waſſer fließen, denn es würde dann zu ſchnell konſumirt werden, was einem zu großen Ueberſchuß von Säure zuzuſchreiben wäre. Die beſte Probe des Oeles in dieſen Beziehungen iſt die, eine gleiche Quantität von verſchiedenen Sorten mit dem Docht einer Nachtlampe zu verbrennen; man kann dann noch der Dauer einer jeden Sorte, nach der Qualität, dem Lichte und dem Glanze der Dochte über ihren relativen Werth urtheilen.

Wir gehen nunmehr zur Beſchreibung der auf Blatt **112—114** dargeſtellten Einrichtung einer vollſtändigen Oelfabrik über, wie ſie von dem Mechaniker Hrn. Jules Lecointe zu St. Quentin ausgeführt worden iſt und ſich als muſterhaft in jeder Beziehung bewährt hat. Blatt **112** iſt der Längendurchſchnitt des ganzen Gebäudes mit Weglaſſung eines Theils der Umfangsmauer, um die Dampfmaſchine ſichtbar zu machen, welche nebſt den Dampfgeneratoren in einem abgeſonderten Gebäude ſtehen; Blatt **113** gibt die Details von den Mühlſteinen und dem Wärmapparat, und auf Blatt **114** ſind vollſtändige Anſichten von zwei gekuppelten Doppelpreſſen enthalten.

Die Hauptmaſchinen der Oelfabrik ſind: ein Quetſchwerk, zwei Oelgänge, acht Wärmer und ſechs Doppelpreſſen. Mit dieſem Material laſſen ſich binnen 24 Arbeitsſtunden mindeſtens 6000 Kilogr. Oel erzeugen. Es iſt übrigens ſelbſtverſtändlich, daß die Fabrik außer dem Maſchinengebäude Magazine für die Aufbewahrung des Samens, Oelreſervoirs, eine Reinigungswerkſtätte, Bureaux und verſchiedene andere zur Fabrikazion nothwendige Räume, z. B. für die Fäſſer, für Kohlen u. ſ. w. beſitzt, was wir aber hier unberückſichtigt laſſen. Das Maſchinengebäude auf Blatt **112** enthält ein Erdgeſchoß und zwei Stockwerke; an daſſelbe ſtößt ein Pavillon für die Dampfmaſchine und ihre Keſſel. Im Erdgeſchoſſe findet man die hauptſächlichſten Apparate, die Mühlſteine, die Wärmevorrichtungen, die Preſſen und die Injekzionspumpen. Die erſte Etage enthält bloß das Quetſchwerk, und es kann der übrige Raum derſelben als Oelſamenmagazin oder als Wohnung für den Werkführer benutzt werden. In Fabriken dieſer Art wird gewöhnlich Tag und Nacht gearbeitet, und es iſt daher beinahe unumgänglich nothwendig einen Schlafraum für die Arbeiter zu haben, welche ſich in der Regel alle 6 Stunden ablöſen und in der Zwiſchenzeit ſich nicht zu Hauſe begeben können, um der Ruhe zu pflegen. Der Bodenraum enthält den Samen und den Aufſchüttungsrumpf; auch befindet ſich daſelbſt die Aufzugsvorrichtung. Die Fabrik hat außerdem weite Reſervoirs für das rohe Oel, ein Reinigungsmagazin und eine Böttcherwerkſtatt.

Vertheilung und Durchſiebung des Samens. — Diejenigen Samen, welche unmittelbar verarbeitet werden ſollen, werden auf den zweiten Boden gebracht, wo ſich der Aufſchüttungsrumpf befindet. Sie können deſſen ganze Fläche bis zu einem Meter Höhe einnehmen, doch muß die ganze Maſſe ſowohl hier als in allen andern Magazinen jeden Tag umgeſchaufelt werden, damit die Luft im Innern erneuert und Verwüſtungen vorgebeugt werden kann.

Die Decken der Fabrik ſo wie diejenigen der Magazine müſſen eine ſehr große Feſtigkeit beſitzen, da die darauf laſtenden Samenkörner ſehr ſchwer ſind; denn wenn man annimmt, was offenbar ſehr oft der Fall iſt, daß die Samenſchicht eine Stärke von 0^m80 bildet, ſo

Digitized by Google

hat die Decke pro Quadratmeter beiläufig 510 bis 520 Kilogramm zu tragen.

In den Rumpf A wird diejenige Quantität von Samen geſchüttet, welche beiläufig einer Fabrikazion von 24 Stunden entſpricht. Dieſer Rumpf muß ebenfalls eine ſehr große Feſtigkeit haben, da das Gewicht dieſer Samenmaſſe beiläufig 25 bis 30000 Kilogr. beträgt, je nachdem ſich der Betrieb der Fabrik geſtaltet. Durch den untern Theil dieſes Rumpfes laufen die Samen in ein viereckiges Sieb B, das aus einem vollen Boden beſteht, über dem ein Geflecht von Eiſendraht liegt, welches aber ſo enge Maſchen hat, daß nur der Samen durchfallen kann; größere Gegenſtände fallen nach dem untern Theil des Siebes, und das durch die Maſchen fallende Korn gleitet auf dem vollen Boden, der an ſeinem untern Theile eine Oeffnung hat, in den Rumpf t des Quetſchwerkes. Dieſem Rumpfe wird eine kleine zitternde Bewegung mitgetheilt, damit die Samen durch das Haarſieb laufen.

In mehreren Fabriken gebraucht man die Putzmühle wie bei den Getreidemühlen, um die Körner beſſer zu ſieben und Staub, Stroh und andere fremde Körper von ihnen zu entfernen. Es ſind das ſehr einfache Apparate, welche unter dem großen Rumpf angebracht und durch denſelben Motor in Bewegung geſetzt werden.

Abſchälen und Zerkleinern der Samen. Das zu dieſem Zwecke dienende Quetſchwerk beſteht aus zwei abgedrehten gußeiſernen Walzen CC′, welche auf beweglichen Lagern liegen, durch die man die Entfernung nach Belieben reguliren kann. Sie werden durch zwei Getriebe in Bewegung geſetzt, die an ihren Achſen befindlich und von etwas verſchiedenem Durchmeſſer ſind, damit an der Peripherie der Cylinder, welche gleich ſind, ein geringes Gleiten hervorgebracht wird. Dieſe Einrichtung iſt nicht bloß für die Arbeit ſelbſt, ſondern auch bezüglich der Dauer des normalen Zuſtandes der arbeitenden Flächen zweckmäßig, denn es kommt in der That vor, daß wenn die Geſchwindigkeiten der Peripherie identiſch ſind, durch die zu zerdrückenden Körner das Gußeiſen der Art angegriffen wird, daß die Walzen hohl werden und die Arbeit nicht mehr gehörig vor ſich geht.

Der Rumpf t, welcher die durchgeſiebten Körner aufnimmt, iſt an ſeinem untern Theil durch eine kannelirte Walze c geſchloſſen, welche den Zweck hat, das Auslaufen der Samen zu reguliren; eine blecherne Klappe t′ unter dieſer Vertheilungswalze kann nach Belieben gehoben werden, um die Weite der Ausgangsöffnung zu beſtimmen.

Dieſe Art des Walzens der Samen, worin die erſte Operazion beſteht, darf nicht bedeutend, jedoch von der Art ſein, daß die Schalen derſelben gebrochen werden und daß die innere Subſtanz offen gelegt wird und folglich geeignet iſt, der direkten Wirkung eines der Oelgänge ausgeſetzt zu werden. Damit aber alle Körner gleichmäßig zerdrückt werden, iſt es erforderlich, daß die Cylinderflächen vollkommen glatt ſind und daß die Vertheilung auch ſehr regelmäßig vor ſich geht.

Die Oelgänge zum Ausſchlagen und Nachſchlagen. — Die Fabrik beſitzt zwei Oelgänge, wovon der eine zum Ausſchlagen, der andere zum Nachſchlagen dient. Dieſe beiden Oelgänge ſind ſich ganz gleich und auf ein und dieſelbe Art angeordnet; ſie erhalten ihre Bewegung von der Hauptwelle a, woran in gewiſſer Entfernung zwei parallele Zahngetriebe b befeſtigt ſind, von denen jedes in ein großes horizontales Rad b′ eingreift. Jeder Oelgang beſteht aus zwei ſenkrechten Mühlſteinen D, welche auf einem dritten horizontalen Mühlſteine D′, dem Bodenſtein, der die Baſis des ganzen Mechanismus bildet, ruhen. Im weitern Verlaufe werden wir einen ſolchen Apparat im Detail dargeſtellt finden; vor der Hand genüge die Bemerkung, daß die Oelgänge, welche ſehr ſchwer ſind, mit ihrem ganzen Gewicht auf die Zerquetſchung der Samen wirken, über die ſie hinrollen und aus denen ſie eine Art von Teig bilden.

Das aus dem Quetſchwerk kommende Mehl fällt in einen langen ſchiefen Schuh E, der im Erdgeſchoß ganz nahe bei dem erſten Oelgang angebracht iſt. Dieſer Schuh iſt an ſeinem untern Theile mit einem hölzernen Kanale E′ verſehen, deſſen Mündung bis zur Bodenſteinfläche reicht, ſo daß das Mehl geradezu dahin geführt wird, ohne irgend einer andern Hülfe zu bedürfen.

Es iſt bekannt, daß die Verſorgung dieſer Oelgänge nicht kontinuirlich iſt wie bei den Getreidemühlen, und daß die Ausquetſchung nur mit einzelnen aufeinander folgenden Füllungen des großen Rumpfes erfolgen kann. Der Kanal E′ iſt ſo eingerichtet, daß die Füllungen gemeſſen werden können; aus der Zeichnung erſieht man, daß er bei ſeinem Anſchluß an den Schuh E, ſo wie an ſeinem andern am Bodenſtein mündenden Ende mit Blechklappen t² verſehen iſt. Da dieſe beiden Klappen durch den Balancier d miteinander ſo verbunden ſind,

Digitized by Google

daß ſich die eine öffnet, wenn ſich die andere ſchließt, ſo füllt ſich der Zwiſchenraum, der ſie trennt, nämlich die Länge des Kanals E′ ſelbſt, ſtets mit einem und demſelben Volumen des Mehles, welches abläuft, wenn man die untere Klappe öffnet.

Ungeachtet der Unterbrechung dieſer Operazionen ſtehen die Apparate niemals ſtill; das Einzige, was man außer dem Angeführten zu thun hat, beſteht darin, eine Auslaßklappe zu öffnen, die an dem Bodenſtein angebracht iſt, und einen Schaber niedriger zu ſtellen, welcher die zerſtoßenen Samen gegen dieſe Klappe führt, unter die man einen blechernen Behälter zur Aufſammlung des Mehles ſtellt.

Erwärmung des Samenmehles. — Das Mehl, welches aus der erſten Operazion des Oelganges hervorgeht, wird in die Samenwärmer oder Wärmöfen gebracht, deren Anzahl für das Ausſchlagen vier beträgt. Ein ſolcher Apparat beſteht aus einer gußeiſernen Platte über einem Ofen, den man mit Kohks oder Steinkohlen heizt, oder aus einem doppelten Boden für die Erwärmung durch Dampf. Ueber dieſe erwärmte Platte ſetzt man einen gußeiſernen Kranz, der mit einem Handgriff verſehen iſt, damit man ihn ſchieben kann; er hat den Zweck, das zerquetſchte Mehl, das man auf die Platte bringt, zuſammenzuhalten; im Centrum des Apparats befindet ſich ein Rührer, eine Art von Scharrer in Form eines Karnießeiſens, welcher das Mehl beſtändig umrührt und deſſen Anbrennen verhindert.

Die Erwärmung hat den Zweck, das im Mehl enthaltene Oel aufzulöſen und die Ausziehung desſelben durch die Preſſe zu erleichtern.

Wenn der Werkführer die Operazion für beendigt anſieht, ſo hebt er mittelſt einer Ausrückungsbewegung den Rührer aus dem Kranze heraus, und indem er den letzteren durch den daran befindlichen Handgriff an ſich zieht, nimmt er das Mehl mit und vertheilt es in eine beſtimmte Anzahl von gewebten Säcken s, welche an blechernen Trichtern hängen, die an dem vordern Theil der Heizplatte angebracht ſind. Dieſe gefüllten Säcke übernimmt ein Arbeiter, bringt ſie in Pferdehaartücher und bereitet ſie für die erſte Preſſung, das Ausſchlagen oder Rauhſchlagen, vor.

Preſſen zum Ausſchlagen und Nachſchlagen. — Der Preſſen zu dieſen beiden Operazionen ſind ſechs an der Zahl, welche drei verſchiedene Gruppen bilden, von denen jede zwei gekuppelte Doppelpreſſen enthält; es ſind alſo im Ganzen 12 Preſſen vorhanden. Jede Doppelpreſſe ſteht durch einen Zweiweghahn mit einem abgeſonderten Syſtem von Injekzionspumpen H in Verbindung. Vermittelſt dieſer Einrichtung bedient ein Arbeiter zwei Preſſen zugleich, indem er die eine mit Material verſieht, während an der andern gepreßt wird. Um den Seitendruck zu verändern braucht man nur den Schlüſſel eines Haupthahnes zu drehen, was ſich augenblicklich thun läßt, ſobald die Preſſung beendigt iſt, vorausgeſetzt, daß die zu dieſer Operazion nothwendige Zeit derjenigen entſpricht, welche die Preſſe gebraucht, um ihre Wirkung zu machen.

Bei der Beſchreibung der Blätter **113** u. **114** werden dieſe Operazionen deutlicher gemacht werden.

Das Oel, das von jeder arbeitenden Preſſe abfließt, wird in kleinen Reſervoirs h aufgefangen und fließt von dort in Rinnen i, die in dem Boden angelegt ſind, nach einer oder nach zwei Ciſternen I ab, wo man es nach und nach durch Saugpumpen und Elevatoren J aushebt und es in große blecherne Behälter führt, die auf unſerer Zeichnung nicht angegeben, die aber nichts anderes ſind als cylindriſche Kufen von 3 bis 4m0 Durchmeſſer und 5—6m0 Höhe, welche auf Mauerwerk ſtehen und an ihrem untern Theil mit Hähnen verſehen ſind. Da dieſe Kufen in Verbindung ſtehen können, wenn man es für nöthig erachtet, ſo kann man ſie nach Belieben alle oder jede einzeln leeren. Das Oel wird in Fäſſer abgelaſſen, um verſendet oder zur Klärung gebracht zu werden.

Das in jedem Sack enthaltene Samenmehl bildet beim Herauskommen aus der Preſſe eine kompakte Maſſe, welche Oelkuchen genannt wird; diejenigen, welche durch die erſte Preſſung oder das Ausſchlagen erzeugt werden, haben die Form eines Trapez von vier bis fünf Centimeter Stärke bei 50 Länge, und beiläufig 15 und 20 Centimeter an den beiden Baſen.

Die zweite Operazion oder das Nachſchlagen. — Nachdem dieſe Oelkuchen mit einem Hammer in kleine Stücke zerſchlagen worden, werden ſie zum zweiten Oelgang zum Behuf des Nachſchlagens gebracht. Dieſe Arbeit iſt dieſelbe wie bei der erſten Operazion, und hat ebenfalls den Zweck die Oelkuchenſtücke zu zermalmen und eine gewiſſe Quantität Oel daraus zu ziehen. Nach dieſer zweiten Zerreibung wird das dadurch entſtandene Mehl auf dieſelbe Art wie zuvor durch vier andere Samenwärmer behandelt, dann in Säcke

Digitized by Google

gefüllt und von neuem unter Preſſen gebracht, welche denen beim Ausſchlagen ähnlich ſind und ſich von ihnen nur durch eine viel kräftigere Preſſung unterſcheiden. Die Oelkuchen, die man durch das Nachſchlagen erhält, haben kaum eine Stärke von 12 bis 15 Millimeter, und ſind natürlich viel härter als die erſten. Man gebraucht die Oelkuchen in einigen Gegenden zur Nahrung für das Vieh und auch zum Anbau des Feldkohls, für welchen ſie als Dünger benützt werden. Einige Fabrikanten haben eigene Maſchinen zum Brechen oder zum Zerſtoßen der Oelkuchen; ſie beſtehen gewöhnlich aus gußeiſernen Cylindern, die mit eckigen Zähnen verſehen ſind und mit einer ſtetigen Rotazionsbewegung betrieben werden.

Die Bewegungsmaſchine der ganzen Fabrik iſt eine Woolf'ſche Balancier-Dampfmaſchine mit zwei Cylindern und Kondenſazion und 35 Pferdekraft, welche leicht bis auf 40 geſteigert werden kann. Sie muß wegen der Einrichtung der Getriebe 20 bis 22 Kolbenſtöße pro Minute machen, um den Oelgängen diejenige Geſchwindigkeit mitzutheilen, welche der ganzen täglichen Produkzion der Fabrik entſpricht. Sowohl über dieſe Maſchine als wie über die zwei Dampfgeneratoren, die zuſammen eine Kraft von 50 Pferden haben, läßt ſich nichts Beſonderes ſagen. Maſchine und Keſſel ſtehen in einem Pavillon, der von dem übrigen Theil der Fabrik getrennt iſt; die Triebwelle trägt zwiſchen dem Schwungrade V und der Scheidemauer ein großes Stirnrad K, das einem andern kleinern L die Bewegung mittheilt; das letztere iſt unmittelbar auf der horizontalen Welle a befeſtiget, welche die beiden Oelgänge durch zwei Paar Winkelräder b und b' betreibt. Dieſe Welle verlängert ſich nach der ganzen Breite der Fabrik und liegt in Lagern, die in den Mauern befeſtiget, und bei den Getrieben auf gußeiſernen Trägern O, deren Klauen auf der einen Seite mit der Mauer, auf der andern Seite mit dem eichenen Ständer P feſt verbolzt ſind. Ein drittes Stirnrad N greift in das vorhergehende L ein und ſetzt das Quetſchwerk CC' in Bewegung, an deſſen einem Cylinder es befeſtigt iſt. Die mit Kurbeln verſehenen Achſen der Injekzionspumpen H werden von einer liegenden Welle f vermittelſt der Stirnräder g und g' bewegt. Da dieſe Apparate eine ſehr große Kraft in Anſpruch nehmen, ſo muß man ſie ſo viel als möglich dem Motor nähern, um die Transmiſſionswellen zu verkürzen; auch iſt die Welle f, wenn der Raum es geſtattet, nichts anderes als die Verlängerung von a, wodurch die Riemſcheiben vermieden werden.

Die übrigen zu bewegenden Apparate ſind:

1. Die Rührer der Wärmapparate F, welche an dem untern Theil einer ſenkrechten Spindel m' befeſtiget ſind, die oben an einem an dem Ständer P angebrachten Stuhl gehalten wird und ſich mit einem Kegelrade endigt, das in ein ähnliches, auf der liegenden Welle j befeſtigtes Rad eingreift; die Welle j verlängert man ſo viel als es nothwendig iſt, um alle Rührer zugleich in Bewegung zu ſetzen; ſie ſelbſt aber erhält ihre Bewegung von der Welle a durch einen Riemen, der über die Rolle e geht.

2. Die Pumpen J zum Ausheben des Oels, deren Kolben durch Gelenke mit den runden Excentrikſtangen verbunden ſind, welche ihrerſeits an der Achſe n ihren Sitz haben, die von gußeiſernen in die Mauer eingelaſſenen Lagern getragen wird und ebenfalls ihre Bewegung von der Hauptwelle a durch einen Kreuzriemen und Rollen erhält.

3. Das Reinigungsſieb B, deſſen Bewegung auf ganz natürliche Weiſe durch einen Riemen an der verlängerten Achſe des einen Cylinders vom Quetſchwerke bewirkt wird.

4. Endlich den Aufzug T in der oberſten Etage; er beſteht wie bei Getreidemühlen aus einer cylindriſchen Trommel mit Backen, auf welcher das Tau ſich aufrollt, das bis zum Pflaſter des Hofes hinabgeht und in Bewegung gebracht wird, ſobald man an den Hebel drückt, an dem ſich die Spannrolle befindet, durch die man das Laufband an den beiden Rollen p und p' anzieht; an der Achſe dieſer letztern ſitzt eine andere Rolle p^2, welche durch eine an der Achſe j oder an jeder andern Achſe ſitzenden Rolle bewegt wird. Der Aufzug iſt übrigens nicht immer in Arbeit und wird nur zur Aufſchüttung des Samens in den großen Rumpf und zum Abladen der mit Samen beladenen Wagen gebraucht. —

Die jetzt allgemein angenommene Einrichtung für die Mühlen zum Brechen des ölhaltenden Samens iſt in Fig. 1 bis 3 auf Blatt **113** angegeben. Wenn man ſich in der That ſo recht in die auszuführenden Operazionen hineindenkt, ſo überzeugt man ſich bald, daß ein ſolcher Mechanismus den Zweck vollkommen erfüllt.

Das Syſtem beſteht aus den beiden ſenkrechten

Digitized by Google

granitenen Mühlſteinen D von 1m80 bis 2m0 Durchmeſſer und 0m45 bis 0m50 Stärke, welche ein und dieſelbe Achſe d haben und auf einem dritten feſten und horizontalen Mühlſtein D′ laufen, der auf einem Block aus Hauſteinen liegt. Die horizontale Achſe d, auf der ſie frei aufſitzen, nimmt keinen Theil an der Rotazionsbewegung, die ſie um ſich ſelbſt machen, wohl aber an der kreisförmigen Bewegung, die ſie um die ſenkrechte Welle k nehmen, weßhalb auch ihr Centrum mit einer gußeiſernen Büchſe d′ verſehen iſt, welche denſelben Dienſt verſieht wie die Nabenbüchſe eines Wagenrades und mit der innern Fläche des Steins durch Eiſenkitt und vier Bolzen verbunden iſt. Dieſe Büchſen haben die Form eines abgeſtutzten Kegels, der innerhalb hohl iſt, um das zum Schmieren erforderliche Oel in ſolcher Quantität aufzunehmen, daß es für mehrere Tage und ſelbſt für mehrere Arbeitswochen ausreicht; an einer Seite haben ſie einen Vorſprung und an der andern Seite eine eiſerne Platte oder Scheibe, ſo daß alſo der Mühlſtein zwiſchen beiden durch Bolzen gedrückt wird. Dieſelbe Achſe d endigt an jedem Ende mit einer gußeiſernen Hülſe e, die durch einen Splint befeſtiget und gehalten wird, der ganz durch ſie geht. Dieſe Hülſen verhindern, daß die Steine von ihrem Platz weichen können, ohne ſie jedoch in ihrer freien Bewegung um ſich ſelbſt zu beſchränken.

Die kontinuirliche kreisförmige Bewegung wird gleichzeitig den beiden Mühlſteinen durch die gußeiſerne Stehwelle k mitgetheilt, deren Struktur eine eigene Erwähnung verdient. An ihrem obern Theil hat dieſe Achſe, wie wir ſchon auf Blatt **112** geſehen haben, das große Kegelrad b′, das nicht weniger als 1m70 äußeren Durchmeſſer hat und von dem Kegelrade b bewegt wird, das an der liegenden Welle a befeſtigt iſt, und welchem man einen beiläufig nur halb ſo großen Durchmeſſer gegeben hat. An ihrem obern Theile wird die Welle durch ein mit der großen Traverſe O verbolztes Halslager gehalten, während der untere Theil in einer feſten mit einer Stahllinſe verſehenen Pfanne ruht. Der mittlere Theil bildet einen länglichen Körper mit einer Oeffnung für die Achſe d. Dieſe Einrichtung bewirkt, daß die ſtehende Welle die letztere in ihrer kontinuirlichen Umdrehung mit fortzieht und dieſelbe zwingt, eine kreisförmige Bewegung nach einer horizontalen Ebene zu machen; die Folge davon iſt, daß die Steine D eine Translazionsbewegung annehmen, wobei ſie durch die Wirkung ihrer Adhärenz an den Bodenſtein D′ ſich um ſich ſelbſt drehen.

Der durch dieſe Verbindungsweiſe bewirkte Effekt beſteht darin, den Mühlſteinen vollſtändige Freiheit zu laſſen ſich gleichzeitig oder abgeſondert, mehr oder weniger, je nach der gleichmäßigen oder nicht gleichmäßigen Stärke der ihrer Wirkung ausgeſetzten Samenſchicht zu heben. Es iſt begreiflich, daß die ſenkrechten Mühlſteine vor dem Aufſchütten des Samens genau den Bodenſtein berühren und daß ſie ſich folglich heben müſſen, wenn das Aufſchütten geſchehen, dann aber den Veränderungen folgen, welche durch das Zuſammendrücken der Schichten in der Stärke derſelben entſtehen.

Bei den alten Konſtrukzionen beſtand dieſe ſtehende Welle k aus Schmiedeiſen; die Erfahrung aber hat gelehrt, daß man ſie ohne Befürchtung aus Gußeiſen herſtellen kann, wenn man ſie behufs eines kräftigen Widerſtandes mit Verſtärkungsrippen verſieht. Man erreicht dadurch eine bedeutende Erſparniß, denn eine ſchmiedeiſerne Achſe koſtet trotz der jetzigen vervollkommneten Fabrikazionsweiſen bei weitem mehr als eine gußeiſerne. Man hat jedoch dafür Sorge zu tragen, das Innere der Oeffnung, durch welche die horizontale Achſe geht, mit zwei Bronzeplatten f an den Stellen zu verſehen, welche nach der Richtung der Bewegung angegriffen werden.

Die äußere Fläche des Bodenſteins D′ wird mit einer Bekleidung von Mauerwerk verſehen, welche hauptſächlich den Zweck hat die runde gußeiſerne Platte h zu tragen, die zur Vergrößerung des Raumes für den Samen gelegt und mit einem Blechkranz h′ verſehen iſt, der damit vernietet wird, um den Samen vorm Herunterfallen zu bewahren.

Es iſt zu bemerken, daß die beiden ſenkrechten Mühlſteine von der Achſe k nicht gleich entfernt ſind, und daß folglich der verſtärkte Theil dieſer letzteren eine Differenz in der Breite im Verhältniß zu ſeinem Centrum erleidet. Die Folge davon, daß jeder einen Kreis von anderm Durchmeſſer beſchreibt, iſt die, daß die Schicht des Samens fortwährend verſchoben wird, was nicht ſtattfinden könnte, wenn die beiden Mühlſteine ein und derſelben Bahn folgen würden. Das Mehl wird demungeachtet ſowohl am äußern Umfange als im Centrum fortwährend aus der Bahnlinie der Mühlſteine geſtoßen, und würde ohne die beiden Schaber L u. L′, die ſich mit der Achſe k drehen und dabei den Boden-

Digitized by Google

ſtein ſtets berühren, nicht wieder dahin gelangen. Dieſe Schaber ſind von Eiſenblech und haben an dem einen Rande eine Stärke von 12 Millimeter, die ſich meſſerförmig gegen den andern Rand vermindert; ſie ſind befeſtigt oder gewiſſermaßen angehängt an die Enden der ſenkrechten Stangen g, die unter ſich durch zwei viereckige gußeiſerne Platten g' verbunden ſind, welche durch Verſplintung mit der Welle k, die durch ſie in einer zu dieſem Zwecke angebrachten Nabe durchgeht, ein Ganzes bilden. Auf dieſe Weiſe kann man das Streichen der Schaber über den Boden D' leicht reguliren, indem man nach Bedürfniß die Stellung der Platten g' an der Triebwelle verändert.

Wenn das Mehl gänzlich zerquetſcht worden, ſo wird es weggenommen und durch friſches erſetzt. Es iſt hier zu erinnern, daß man unter Mehl den zerquetſchten Samen verſteht, welcher unmittelbar aus der Quetſchwalze kommt, und daß dieſe Operazion das Ausſchlagen genannt wird; der zerſchlagene Oelkuchen wird unter die Mühlſteine gebracht, um das darin noch enthaltene Oel zu gewinnen, was man das Nachſchlagen nennt, wie bereits oben angedeutet wurde. In einem wie in dem andern Falle iſt das Manoeuvre dieſer Mühlſteine oder des Oelganges dasſelbe, und in Fabriken von geringerer Bedeutung hat man deshalb auch nur einen Oelgang für beide Operazionen.

Um das Mehl aus dem Oelgang herausnehmen zu können, iſt eine Klappe oder ein Schieber L^2 (Fig. 3) angebracht, unter welchen man einen hölzernen Kaſten ſtellt, in den das verarbeitete Mehl hineinfällt. Mittelſt eines Hebels i läßt man dann einen Sammler M, welcher Hobel genannt wird, nieder, der das Mehl an dem Umfange zuſammenſtreicht und es nach einigen Umgängen der Steine vollſtändig bis zur Klappe L^2 bringt. Dieſer Hobel hat die Form eines langgezogenen S oder einer Kehlleiſte; er hängt jedoch nicht unveränderlich an einer der Stangen g, welche nicht wie die andern feſt ſind, ſondern frei auf und abgleiten können, damit der Sammler nach Belieben fortgeſchoben und gehoben werden kann, vorausgeſetzt, daß er den Boden des Oelganges nur in dem Augenblick berühren ſoll, in welchem der Bodenſtein vom ausgedrückten Mehle befreit werden muß.

Der Hebel i, durch den man auf den Hobel wirkt, endigt mit einer Gabel, die in einen an der Aufhängſtange g angebrachten Ring greift; ſein Drehpunkt iſt auf der untern Platte g', auf welcher auch eine Feder i' angebracht iſt, um den Hebel i in ſeiner gehobenen Lage zu erhalten wie es in Fig. 2 angedeutet erſcheint.

Da der Oelgang während der oben beſchriebenen Operazionen nicht ſtill ſteht, ſo muß der betreffende Arbeiter bei dem Vorübergang den Griff des Hebels i erfaſſen, wenn er das Ableeren des Bodenſteins bewirken will. Obgleich dieſe Verrichtung nicht geradezu gefährlich iſt, ſo können dennoch Unfälle herbeigeführt werden, und es iſt daher eine gewiſſe Uebung von Seiten des Arbeiters erforderlich, damit deſſen Arme von dem Mechanismus nicht ergriffen werden, was beſonders darum zu bedenken iſt, weil die Steine in dieſem Augenblick ſehr gut eine größere Geſchwindigkeit erhalten könnten. Es iſt aus dieſem Grunde die Idee gewiſſer Mechaniker, eine Vorrichtung der Art anzubringen, daß die Zuſammenſcharrung oder Abſtreifung durch ein Seilwerk bewirkt wird, das ſich ganz außer dem Oelgang befindet und gar keine Bewegung erhält, wohl in Betracht zu ziehen. Dieſe Vorſichtsmaßregel iſt um ſo mehr zu empfehlen, als es ſich manchmal ereignet, daß das feſt zuſammen gebackene Mehl, wenn der Hobel niedergelaſſen iſt, ungeachtet der Umfaſſung der Mühlſteine nach außerhalb geſchleudert wird; es iſt alsdann nothwendig den Hobel ſchnell zu heben, und gerade durch dieſe Eilfertigkeit kann ein Unfall möglich werden.

Dieſer Quetſchapparat hat überhaupt eine große Kraft wegen des ungeheuren Gewichtes der Steine und wegen der Geſchwindigkeit, mit der ſie in Gang geſetzt werden. In der Fabrik, welche der Gegenſtand unſerer Mittheilung iſt, hat jeder Stein einen Durchmeſſer von 2^m0 und eine Stärke von 0^m5, und da dieſe Steine von Granit ſind, ſo beträgt ihr Gewicht zuſammen 6000 Kilogr. Die ſenkrechte Triebwelle macht gewöhnlich 18 bis 20 Umgänge pro Minute; bei einer Geſchwindigkeit, welche größer wäre als dieſe, würde die Führung der Arbeit nur mit Schwierigkeiten verbunden ſein. Da die Steine cylindriſch abgedreht ſind und einen kreisförmigen Weg beſchreiben, ſo findet an ihrem Umfange ein ſehr bedeutendes Gleiten ſtatt, das eben ſo betrachtet werden kann als ob ſie ſich wie ein Zapfen um die Mitte ihrer Breite drehten. Ueber dieſes Gleiten kann man ſich nach der Stelle, die jeder Stein zur ſenkrechten Achſe einnimmt, leicht Rechenſchaft geben. Die Entfernung der Achſe k bis zur Mitte der Stärke des Steines D', wo der Reibungspunkt Null iſt, beträgt 60 Centimeter, und es hat daher der horizontal vom

Digitized by Google

Stein durchlaufene Weg in ſeiner Mitte einen Durchmeſſer von 1m20. Wenn man in der Minute 18 horizontale Umdrehungen macht, ſo wird die Zahl der Mühlſteinumgänge um ſich ſelbſt, da ſie im umgekehrten Verhältniß der Peripherie oder der Durchmeſſer ſtehen, gleich ſein:

$$2{,}00 : 1{,}20 = 18 : x$$

woraus $x = \frac{120 \times 18}{200} = 10{,}8$ Umgänge.

Die Geſchwindigkeit an der Peripherie wird alſo:

$$\frac{200 + 3{,}1416 \times 10.8}{60} = 1^m\,13,$$

eine Geſchwindigkeit, welche für alle Punkte der Oberfläche des Steins durchaus gleichförmig iſt. Es kann daher dieſe Geſchwindigkeit, da der von dem innern Rande des Steins durchlaufene Kreis nur 0m70 und der von dem äußern Rande beſchriebene Kreis 1m70 Durchmeſſer hat, mit keinem von ihnen übereinſtimmen, denn die ohne Gleitung durchlaufenen Peripherien ſollten als Geſchwindigkeiten geben:

1. $1{,}20 : 0{,}70 = 1{,}13 : x$, und $x = \frac{0{,}70 \times 1{,}13}{1{,}20} = 0{,}66$;

2. $1{,}20 : 1{,}70 = 1{,}13 : x$, und $x = \frac{1{,}70 \times 1{,}13}{1{,}20} = 1{,}60$.

Der innere Rand gleitet daher wegen zu großer Geſchwindigkeit auf dem Bodenſtein im Verhältniß von

$$1^m13 - 0^m66 = 0^m47 \text{ pro Sekunde,}$$

und der äußere Rand ſchleift aus Mangel an Geſchwindigkeit um eben ſo viel, nämlich

$$1{,}60 - 1{,}13 = 0^m47.$$

Die Fig. 1—3, welche auf Blatt **113** den ſo eben beſchriebenen Mechanismus darſtellen, ſind im Maßſtabe von $^1/_{40}$ der natürlichen Größe, oder 25 Millimeter pro Meter gezeichnet. Fig. 1 iſt die äußere Anſicht des Ganzen; die Steine erſcheinen im Profil, und das Lager der ſenkrechten Achſe wie auch der gußeiſerne Bogen O ſind geſchnitten. In Figur 2 iſt ein ſenkrechter Durchſchnitt nach der Linie 1—2 in Fig. 3 parallel mit der Anſicht eines Mühlſteins gedacht, während der Mechanismus des Hobels und der Schaber von außen geſehen wird. Fig 3 iſt eine Anſicht von oben nebſt einem der Steine, der nach der Linie 3—4 in Fig. 2 geſchnitten iſt; die Klappe für das ausgequetſchte Mehl iſt hier geöffnet dargeſtellt.

Wie bereits erwähnt, ſind die Oelgänge zum Nachſchlagen denen ganz gleich, die man zum Ausſchlagen gebraucht; auch haben ſie gleiche Dimenſionen, drehen ſich mit gleicher Geſchwindigkeit und werden von derſelben Triebwelle a und von ähnlichen Getrieben in Bewegung geſetzt. Die Kegelräder, welche an dieſer Welle ſitzen, haben einen Durchmeſſer von 0m85, und die Kegelräder, in welche ſie eingreifen, haben einen doppelten Durchmeſſer oder 1m70. Da nun das cylindriſche Getriebe L, das an dem Ende der Welle befeſtigt iſt, einen Durchmeſſer von 2m0, und das an der liegenden Welle der Dampfmaſchine ſitzende Rad K, wodurch es in Bewegung geſetzt wird, einen Durchmeſſer von 3m40 hat, ſo folgt daraus, daß wenn das letztere 21 Umgänge pro Minute macht, die Welle a deren 36 haben wird, denn man hat

$$3{,}40 : 2 = x : 21$$

woraus $x = \frac{3{,}40 \times 21}{2} = 35{,}7$;

und folglich wird die ſenkrechte Achſe der Oelgänge beiläufig 18 in derſelben Zeit beſchreiben. —

Wir gehen nun zu den Wärmapparaten oder Samenwärmern über, welche in den Oelfabriken gebräuchlich ſind. Auf Blatt **113** Fig. 4—7 iſt der Wärmapparat dargeſtellt, der in unſerer Fabrik aufgeſtellt iſt. Fig. 4 iſt ein ſenkrechter Durchſchnitt nach der Linie 5—6 in Figur 5, und parallel mit dem Rahmen des Rührers; Fig. 5 iſt eine äußere horizontale Projekzion, von oben geſehen; Fig. 6 ein zweiter ſenkrechter Durchſchnitt in normaler Richtung gegen den erſten nach der Linie 7—8 in Fig. 7, welche ein horizontaler Durchſchnitt nach der Linie 9—10 iſt, die in Fig. 6 über dem Roſt des Apparats angenommen wurde.

Dieſer Samenwärmer beſteht aus einer gußeiſernen Scheibe oder Platte F, die auf der ſichtbaren Fläche zugerichtet iſt und über dem Heizraum F′ liegt, welcher ebenfalls aus Gußeiſen beſteht, jedoch mit Ziegeln ummauert iſt und auf einem Mauerwerk ruht. Das aus den Oelgängen beim Ausſchlagen gelieferte Mehl, oder der beim Nachſchlagen zerquetſchte Oelkuchen wird unmittelbar auf die Platte F innerhalb eines gußeiſernen Kranzes F² gelegt, der nach der ganzen Peripherie einen Rand bildet, welcher nach Belieben vermittelſt des Handgriffes p leicht geſchoben werden kann. Die Platte iſt nach der Vorderſeite des Ofens verlängert, um einen eiſernen Rahmen l aufzunehmen, der in eine gewiſſe Anzahl von rechtwinkligen Oeffnungen getheilt iſt, in denen eine Art von blechernen Trichtern l′ eingeſchoben ſind, durch welche das Mehl, wenn es den

Digitized by Google

gehörigen Grad der Wärme erreicht hat, in die wollenen Säcke s geſchüttet wird, die man mittelſt Haken c' an die Trichter hängt (Fig. 8).

Damit der Samen gehörig gleichmäßig gewärmt wird, iſt es erforderlich ihn beſtändig und regelmäßig umzurühren; man gebraucht dazu den Rührer m, welchem auf mechaniſchem Wege eine kontinuirliche kreisförmige Bewegung mitgetheilt wird, zu welchem Zweck er, wie wir auf Blatt 112 geſehen, an den untern Theil einer ſenkrechten Achſe m' gleichſam angehängt iſt, welche die Bewegung durch ein Paar Kegelräder und eine horizontale Achſe empfängt, die für alle acht Wärmer beſtimmt iſt. Der untere Theil m^2 der Achſe iſt von dem obern Theil m^1 unabhängig, iſt aber mit demſelben durch einen Einrückungsmechanismus verbunden, durch den man ſeine Bewegung anhalten kann, indem man ihn in demſelben Augenblick, als man die Wärmplatte von dem Samengut befreit, über den Rand F^2 erhebt. Die Verbindung der beiden Theile der Achſe wird mittelſt einer hohlen und geſpaltenen Büchſe m^3 bewirkt, welche mit der erſteren über dem Querriegel n, worauf ſie ſitzt, verbunden iſt.

Das Ende der Stange m^2, woran der Rührer gehängt wird, geht durch dieſe Querſtange und hat an ſeinem obern Theil einen Splint n^1, der in die geſpaltene Büchſe eingreift, wo er nach Bedürfniß ſteigt oder fällt, jedoch mit der Eigenthümlichkeit, daß, wenn er in die Baſis der Büchſe eingeklemmt iſt, wie in Fig. 6, was vorausſetzt, daß ſich der Rührer unten befindet, er durch die Umdrehung der Achſe mit fortgezogen wird, während, wenn er ſich oben befindet, die Stange frei wird, wie in Fig. 4, und der Rührer ſich nicht dreht, obgleich die Achſe ihre Umdrehungsbewegung fortſetzt. So lange alſo der Apparat arbeitet, d. h. ſo lange als das Samengut noch nicht die erforderliche Hitze erlangt hat, muß ſich der Rührer drehen und auf der Platte F aufliegen, um die ganze Maſſe auf der Platte F fortwährend in Bewegung zu ſetzen; iſt man aber der Meinung, daß dieſe gehörig erwärmt ſei, ſo hebt man die Stange m^2 mit Hülfe des Hebels o, ſo weit es nöthig iſt, um den Rührer über das Samenmehl zu bringen, das man in die an den Haken hängenden Säcke fallen läßt, indem der Rand F^2 mit ſeinem Handgriff angezogen wird. Der Hebel o wird durch eine Feder o^1, die an einer der kleinen eiſernen Säulen q befeſtigt iſt, welche das Querband n tragen, in ſeiner Lage erhalten.

Der Ofen F' hat in ſeiner Konſtrukzion nichts Eigenthümliches; er iſt nichts als ein gußeiſerner Feuerbehälter mit einem Roſt r in der Mitte ſeiner Höhe, mit einer Einheizthür x und mit einer Blechröhre t, welche Flamme und Rauch in den Kanal P führt, der für alle Samenwärmer gemeinſchaftlich iſt. Dieſer Kanal, ſo wie auch die Ummauerung jedes Ofens beſteht aus Ziegeln und ſteht mit einer Zugeſſe in Verbindung, welche außerhalb der Fabrik angelegt iſt. Alles Mauerwerk iſt durch eiſerne Anker u, welche hauptſächlich die Ecken und Seiten verwahren, konſolidirt.

Es war weiter oben die Rede davon, daß es ähnliche Apparate wie die vorſtehenden gebe, welche mit Dampf geheizt werden. Einige Fabriken haben ſolche Samenwärmer beſonders für das Nachſchlagen in der Ueberzeugung eingeführt, daß man damit eine regelmäßigere Temperatur und folglich eine gleichförmigere Heizung hervorbringe. Erfahrene Fabrikanten aber geben den Samenwärmern mit offenem Feuer den Vorzug, weil ſie nach ihrer Behauptung in höherem Grade erhitzt werden können, und in der That dürften ſie Recht haben, denn die Hitze wird wirklich in dieſen Wärmern größer als bei denen mit Dampf, auch verbraucht man dabei weniger Brennmaterial, wenn die Oefen gehörig bedient werden, weil der größte Theil der Wärme wirklich zum Vortheil der Heizung benützt wird.

Man kann übrigens dieſe beiden Heizmethoden mit denen vergleichen, welche vor einigen Jahren in gewiſſen Manufakturen, nämlich in Bleichanſtalten, Fabriken von gedruckten oder gemalten indiſchen Stoffen, welche ſehr große erwärmte Räume benöthigen, in Konkurrenz waren. Man lernt daraus, daß die Räume mit warmer Luft zum Trocknen der Stoffe viel ökonomiſcher ſind als die mit Dampf.

Wie dem nun auch ſein möge, ſo unterſcheidet ſich die Konſtrukzion der durch Dampf erhitzten Samenwärmer vor den andern Apparaten nur durch die Weglaſſung der Feuerung, welche durch einen doppelten Boden G nach der in Fig. 9 angegebenen Art erſetzt wird. Die Randplatte F iſt dieſelbe, eben ſo der bewegliche Kreis, der Rührer und ſeine ganze Art der Bewegung. Der Doppelboden wird unter der Platte mit Bolzen befeſtigt und mit zwei Hähnen v v' verſehen, durch welche der Dampf ein- und ausſtrömt. Der ganze

Digitized by Google

Wärmer wird auf eine blecherne Trommel H geſtellt, die eine paſſende Höhe für den Arbeiter hat.

Beſchreibung der auf Blatt III dargeſtellten hydrauliſchen Preſſen. — Die Oelfabrik beſteht, wie bereits erwähnt wurde, aus drei gleichen Gruppen von Preſſen, die auf Blatt III mit G bezeichnet ſind. Blatt III ist ganz der Darſtellung von einer dieſer drei Gruppen gewidmet, welche zwei gekuppelte Doppelpreſſen enthält; Fig. 1 iſt zum Theil äußere Anſicht, zum Theil Durchſchnitt nach der Linie 1—2 in Fig. 2; Fig. 2 iſt eine horizontale Projekzion nach der Linie 3—4 in Fig. 1; Fig. 3 iſt ein Querdurchſchnitt nach den beiden Linien 5—6 und 7—8 in Fig. 2; Fig. 4 iſt die hintere Anſicht mit dem Durchſchnitt der kleinen Ciſternen nach ihrem Durchmeſſer.

Da die Doppelpreſſen alle ſymmetriſch ſind, ſo werden wir nur eine derſelben beſchreiben und dann erklären, worin die Kuppelung beſteht.

Jede Preſſe beſteht aus zwei gußeiſernen Cylindern A, welche nebſt den beiden bronzenen Kolben B die beiden eigentlichen hydrauliſchen Preßkörper bilden; ſie ſind mit den Enden zuſammengeſtellt und ihre Kolben ſind mit einer gußeiſernen Kopfplatte, Preßplatte oder einem Preßkopf C verſehen, der die Form eines länglichen Trapezes hat, das ſich in zwei gußeiſernen Wänden D bewegt, zwiſchen denen die Preſſung ſtattfindet. Dieſe Wände D legen ſich an zwei gußeiſerne Scheiben E, welche die Widerſtand leiſtenden Körper bilden. Alle dieſe Theile ſind durch 4 ſtarke Bolzen oder Riegel F, welche den ganzen Druck zu erleiden haben, miteinander verbunden.

Die Idee, welche auf die Anbringung dieſer Riegel geführt hat, welche einen der wichtigſten Hauptbeſtandtheile der ganzen hydrauliſchen Preſſe ausmachen, verdient bemerkt zu werden, weil dadurch alle Schrauben und Splinte beſeitigt ſind, welche nothwendiger Weiſe den effektiven Widerſtandsquerſchnitt vermindern. Damit man aus den zwei Preſſen ein vollkommen feſtes Ganze bilden und dennoch daſſelbe leicht auseinandernehmen kann, hat der Conſtructeur die Einrichtung getroffen, daß die beiden Riegel F aus ein und demſelben Stück für beide Preſſen beſtehen. Es haben zu dieſem Zweck die beiden Cylinder A einen Bügel a, der an ſie angegoſſen, rund iſt und denſelben Durchmeſſer hat wie die Widerlager E; auch haben ſie, wie die letztern vier Einſchnitte an ihrem Umfange, in welche die Riegel F eingreifen. Da dieſe Einſchnitte gerade nur den Durchmeſſer der Riegel haben, ſo halten die Anſätze der letztern ſie feſt, indem ſie ſich gegen die Widerlager E und a legen. Man füllt dann den leer gebliebenen Theil durch gußeiſerne Keile aus, deren äußere Form die der Widerlager iſt; dann umzieht man dieſe letzteren mit einem eiſernen Reifen b, der wie ein Radreifen eingerichtet iſt.

Die Weglaſſung der beweglichen Schrauben ꝛc. beruht mit einem Worte auf der Idee, die Bolzen oder Querriegel an ihre Stelle zu ſetzen, indem man ſie durch den Umkreis der Widerlager E und der Bügel a einführt.

Die eigentliche Solidarität erhält man vermittelſt der Schrauben c, welche, ſich gegen die vordere Fläche der Bügel der Cylinder ſtemmend, die Stelle von Keilen vertreten und die Wände D an die Widerlager E drücken. Dieſe Wände D ſo wie die Cylinder werden auch durch ihre Vorſprünge d und e, welche mit den Riegeln F verbunden ſind, in ihrer horizontalen geraden Lage erhalten.

Wenn alle Theile miteinander verbunden ſind, ſo bilden ſie nur einen einzigen Körper, der durch die Bolzen F auf zwei gußeiſernen Gerüſten G ruht, welche frei auf dem Boden ſtehen.

Die Verbindung der Kolben B hat den Zweck, den einen durch den andern auf den Abgangspunkt wieder zurückzuführen, wenn die Preſſung beendigt iſt. Es ſind deshalb ihre beiden Köpfe C durch vier eiſerne Stangen f und f' verbunden, die durch Gelenke bildende Bolzen daran befeſtigt ſind, damit die freien Köpfe C der Unebenheit der der Preſſung ausgeſetzten Stoffe nachgeben können; ſie gehen durch die Bügel der Cylinder durch, welche zwiſchen den beiden Riegeln F eine Oeffnung haben. Die Achſe, welche die beiden obern Stangen f verbindet, geht über die Kopfplatte C auf jeder Seite hinaus, um eine Rolle g aufzunehmen, durch welche ſie auf dem Rand der Wände D in der Art ruht, daß die Liederung des Kolbens in ſeinem Cylinder erleichtert wird.

Das durch die Injekzionspumpen getriebene Waſſer kommt zu den beiden Cylindern durch einen bronzenen Zweiweghahn H, deſſen zwei parallelen Arme mit dem an dem Cylinder A angegoſſenen Röhrenhals h verbunden ſind. Vergleicht man aufmerkſam die Fig. und beſonders Fig. 5, welche ein horizontaler Durchſchnitt durch den

Digitized by Google

Hahn iſt, ſo kann man die Funkzion dieſes Hahnes und ſeine beſondere Konſtrukzion leicht erkennen. Man braucht den Hahn mit dem Griffe i nur in einem Winkel von 90° zu drehen, um nach Belieben einen der beiden Cylinder A in Verbindung zu ſetzen mit der Zuleitungsröhre j, während der andere mit der Röhre j' des zurücklaufenden Waſſers verbunden iſt. Damit aber dieſe Bewegung mit eben ſo viel Regelmäßigkeit als Geſchwindigkeit vor ſich gehe, muß der Griff i mit einem Sektor i' verſehen werden, welcher in beiden Stellungen ſich gegen die Arme des Hahnes legt und ſo die Weite der Bewegung begrenzt.

Man iſt bei dieſen Apparaten, bei denen der Druck die gewöhnlichen Verhältniſſe weit überſteigt, genöthigt beſondere Mittel anzuwenden, um Entweichungen zu verhüten. Auch wird der Schlüſſel des Hahnes durch eine eiſerne Platte k feſtgehalten, welche mit Schrauben an den Hahn befeſtigt iſt und in welcher im Centrum eine Schraube ſich befindet, welche auf den Kopf des Schlüſſels drückt. Da es ſehr ſchwer ſein würde, den alſo angezogenen Hahn zu drehen, und da dieſe Operazion wenigſtens alle 5 Minuten ſtattfindet, ſo iſt der Kopf der Druckſchraube mit einem Griff k' verſehen, damit man ſie löſen kann, während man den Seitendruck verändert. Der hierbei beſchäftigte Arbeiter muß alſo gleichzeitig die beiden Schlüſſel i und k' handhaben, und der letzte Theil dieſer Verrichtung beſteht im Anziehen der Druckſchraube.

Wärmevorrichtung. — Jede der Wände D beſteht aus einem einzigen Stück, deſſen innere Fläche eben und ſehr gut geglättet iſt; das Aeußere derſelben bildet einen Theil eines Cylinders, deſſen Achſe mit derjenigen des Preßkörpers übereinſtimmt. Dieſe Piecen ſind hohl wie aus dem Querſchnitt in Fig. 3 erſichtlich iſt, und in dieſen hohlen Raum wird der Dampf geleitet, welcher die innere Fläche der Wände auf einer gewiſſen Temperatur erhalten muß. Er wird durch die Röhren I zugeleitet, welche ſich bei den Doppelpreſſen theilen und ſich mit den Widerlagern E verbinden, in denen ein halbkreisförmiger Kanal l herumgeht, deſſen Oeffnungen mit jeder Wand- oder Preßſeite D korreſpondiren.

Um die Verbindung der Widerlager E mit den Preßſeiten D deutlich zu machen, möge bemerkt werden, daß die letzteren in der Wand, wo beide aneinander ſtoßen, und gegenüber der dem Kanal l korreſpondirenden Oeffnung ein Loch haben, und daß, um jedes Entweichen des Dampfes zu vermeiden, die Löcher durch ein kleines Rohrende verbunden ſind und im Innern eine Fugendeckung bilden.

Die zweite Röhre J hat eine ähnliche Einrichtung wie die vorige und dient zum Ablaſſen des Dampfes und des Kondenſazionswaſſers. Die Röhre I hat übrigens einen Hahn n, um den Dampfſtrom nach Belieben zu unterbrechen.

Außer dieſen Vorrichtungen iſt die Verbindung der Preßwände D mit den Widerlagern E durch einen Carton geſichert, um das Entweichen ſowohl des Oeles als des Dampfes zu verhüten, denn das mit ſolcher Kraft ausgepreßte Oel kann ſich ſehr leicht einen Ausgang verſchaffen.

Aus dem Vorſtehenden geht hervor, daß die Verbindung der beiden Doppelpreſſen zu einem einzigen Apparat bloß in der Gemeinſchaft der Dampfröhren beſteht und daß erforderlichenfalls die beiden Doppelpreſſen ſehr gut allein konſtruirt werden und arbeiten können.

Das aus dem Samengut ausgepreßte Oel fließt in die Tröge K, die von Gußeiſen oder aus jedem andern Material hergeſtellt und an die Preßwände D angehängt ſind; ihr Boden bildet gegeneinander geneigte Ebenen, die ſich in dem Mittelpunkt o vereinigen, unter dem ſich ein Trichter p befindet, durch den das Oel in den Rinnen zu den großen Ciſternen abfließt.

Das Auseinanderlegen der Preſſen im Fall unbedeutender Reparaturen, z. B. die Bedeckung der Fugen der Preßwände, läßt ſich ſehr leicht bewerkſtelligen, wie aus der Betrachtung der ganzen Konſtrukzion hervorgeht. Will man z. B. die Preßwände demontiren, ohne die übrigen Theile, beſonders die Riegel F, zu berühren, ſo zieht man zuerſt den Trog K heraus, dann löſt man die Schraube c und nimmt ein Stück m der Einſchnitte heraus, in welchen die Riegel F durch die Riegel d gehen. Dann kann man die Preßwand nach innerhalb neigen und ſie von oben ſenkrecht herausziehen.

Bedienung der Preſſen. — Nach der bisher beſprochenen Anordnung der Apparate bleibt uns in Betreff der Bedienung nur wenig zu ſagen übrig. Das erwärmte und in Säcke gebrachte Samengut wird den Arbeitern gegeben, welche bei der Handhabung der Preſſe angeſtellt ſind und an jeder Seite ſo ſtehen, daß ein Mann zwei Preſſen oder eine Doppelpreſſe bedient.

Digitized by Google

Die beiden Doppelpreſſen ſind mit hölzernen Tabletten q mit Rändern q' umgeben, deren obere Kanten mit dem obern Theil der Preßwände im Niveau liegen. Der das Samengut in Säcken empfangende Arbeiter bedient ſich dieſer Tabletten als Werktiſch, auf den er die Säcke für das Einlegen in die Preſſe geſchickt macht, was ganz einfach darin beſteht, ſie mit dem Arme etwas breit zu drücken und ſie dann in Tücher von Roßhaar zu hüllen, welche weite Maſchen haben, damit das Oel ablaufen kann. So eingeſchlagen legt man ſie in die Preſſe, indem man ſie durch eiſerne Platten r von 0m008 Stärke voneinander ſcheidet.

Da die Wirkung der Injekzionspumpen permanent iſt, ſo braucht man beim Preſſen nur den Schlüſſel des Hahnes H nach der paſſenden Seite zu drehen; der Kolben B geht dann vorwärts, und während die Preſſung vor ſich geht, zieht man an der entgegengeſetzten Seite die gepreßten Säcke heraus, welche frei geworden ſind durch das Zurückgehen der Preßplatte C, die nebſt dem Kolben durch die Stangen f und f' angezogen wird, wie weiter oben bemerkt wurde.

Dieſe aufeinander folgenden Operazionen müſſen ohne Unterbrechung ſtattfinden, weil bei der Einrichtung des Hahnes H die Wirkung der Druckpumpen niemals aufhört und beſtändig nach einer oder der andern Seite gerichtet ſein muß.

Es dürfte indeſſen nicht außer Acht gelaſſen werden, daß wenn einmal der gehörige Grad der Preſſung erreicht worden, dieſer Punkt nicht überſchritten wird, und zwar in Folge eines beſondern an den Pumpen angebrachten Mechanismus, von dem alsbald die Rede ſein wird. Wenn man aber eine von den Preſſen vollſtändig anhalten will, ſo muß die Thätigkeit der betreffenden Injekzionspumpe durch Ausrückung oder durch Aufheben des Saugventils unterbrochen werden.

Anwendung der Injekzionspumpen. — Die weſentliche Konſtrukzion der zu den hydrauliſchen Preſſen verwendeten Druckpumpen iſt im Allgemeinen beinahe überall dieſelbe und ſo bekannt, daß wir einer beſondern Darſtellung überhoben ſein dürften. Vor einigen Jahren konſtruirten die Herrn Traxler und Bürger ein Syſtem ſenkrechter Preſſen zur Ausziehung des Oeles, welche von gewiſſen Mechanikern ſo vorzüglich gefunden wurden, daß ſie ſie allgemein zu verbreiten ſuchten. Sie hatten an ihrer Injekzionspumpe drei Stiefel von verſchiedenen Durchmeſſern angebracht, und nach Maßgabe als die Preſſung einen hinreichenden Grad erreichte, hoben ſich die Gewichte der Ventile, womit jeder Stiefel verſehen war; die korreſpondirenden Kolben kamen außer Wirkſamkeit, ohne jedoch in ihrer Bewegung aufzuhören; nur durch das iſolirte Spiel des kleinſten erreichte man den höchſten Grad der Preſſung, worauf der letzte Kolben ebenfalls durch eine ähnliche Einrichtung der Ventile außer Thätigkeit kam.

Die Pumpen an den vorbeſchriebenen Preſſen ſind in Bezug auf ihre ganze Konſtrukzion ſehr gut durchdacht, erreichen aber vielleicht in ihrem Gange den beabſichtigten Zweck nicht ſo vollſtändig als die vorigen. Sie ſind in drei Gruppen H angeordnet, wovon auf Blatt 112 nur zwei in ihrem ganzen Zuſammenhange dargeſtellt werden konnten. Jede Pumpe bildet einen eigenen Mechanismus, der für eine Gruppe von zwei gekuppelten Doppelpreſſen wie auf Blatt 111 beſtimmt iſt. Jeder beſteht aus einem Behälter, worüber zwei gußeiſerne Gerüſte ſtehen, an welchen die Bläuelſtangen und die Wellen befeſtiget ſind, welche die Kolben in Thätigkeit ſetzen. Ein Behälter enthält zwei ſeparirte Pumpen, von denen jede aus zwei Stiefeln beſteht, die zu zwei und zwei gekuppelt ſind, um die Bewegung des Waſſers kontinuirlicher zu machen. Bevor das Waſſer zu den Preſſen gelangt, geht es durch einen Kompenſator, der mit einem Ventil mit Hebelgewicht verſehen iſt, das ſich augenblicklich hebt, ſobald der Druck erreicht wurde, und dem Waſſer den Durchgang geſtattet, das frei in den Behälter entweicht bis zu dem Moment, wo der die Preſſen bedienende Arbeiter die Richtung durch den Zweiweghahn ändert, das Ventil ſich wieder ſchließt und die Wirkung der Pumpen ſich von neuem, jedoch in dem andern Stiefel der Preſſe bemerkbar macht. Dieſe Einrichtung hat den Vortheil, daß man durchaus nicht Hand an die Pumpen zu legen braucht, welche ohne Unterbrechung fortarbeiten und ſich nach dem Betrieb der Preſſen ſelbſt reguliren.

Wenn man übrigens mit Aufmerkſamkeit dasjenige beobachtet, was während der verſchiedenen Phaſen dieſer Operazion vorgeht, ſo bemerkt man folgenden Effekt. Sobald der Hahn H (Blatt 114) gedreht iſt, geht der Preßkolben vorwärts; nach Verlauf von einigen Augenblicken, wenn die Preſſung erreicht zu ſein ſcheint, hält er unter einer gewiſſen Anzahl von Schwingungen von vorn nach rückwärts bis zu dem Moment an, wo die Preſſung auf einer Seite geändert wird. Dieſe

Digitized by Google

Schwingungen finden offenbar von dem Augenblick an ſtatt, in welchem ſich der Kompenſator hebt und wo folglich der Druck aufhört zuzunehmen; die Urſache davon iſt die alternative Wirkung der Kolben, welche, obgleich gekuppelt, keinen ſo kontinuirlichen Stoß erzeugen können als wenn die Preſſe ſich in einer vollkommenen Unbeweglichkeit erhält.

Dieſe gewiſſermaßen ſchwankenden Bewegungen der Kolben werden für die vollſtändige Ausziehung einer Flüſſigkeit aus einem lockern Körper nachtheilig gehalten, da derſelbe wegen ſeiner Kapillarität einen Theil davon wieder aufnimmt, wenn er nicht eine Zeit lang feſt zuſammengepreßt gehalten wird. Es dürfte daher zweckmäßiger ſein diejenigen Injekzionspumpen anzuwenden, welche ſo eingerichtet ſind, daß jede Verbindung mit den Preſſen in dem Augenblick unterbrochen werden kann, in welchem das Maximum der Preſſung ſich bemerkbar macht; die Preſſen bleiben dann einige Augenblicke vollkommen unbeweglich, während welcher man ungeachtet der Fixität der Preſſung oder vielmehr in Folge dieſer Fixität ſelbſt noch Oel hervorquellen ſieht.

Praktiſche Angaben über den dynamiſchen Effekt der vorſtehend beſchriebenen Apparate. — Wenn ein Fabrikant irgend einen mechaniſchen Apparat zur Ausübung eines Induſtriezweiges verwenden will, ſo wird er vor allem die Frage aufwerfen, ob das durch denſelben erzeugte Produkt auch die darauf verwendeten Koſten decken und ob daſſelbe der Konkurrenz gegenüber treten kann. Um den erſten Theil der Frage zu beantworten, bedarf es vor allem der Unterſuchung, ob das Produkt hinreichenden Abſatz findet, denn in dieſem Falle iſt das Anlagekapital, wenn es gleich beträchtlich wäre, bis zu einem gewiſſen Punkt nicht zu beachten, und was den zweiten Theil betrifft, ſo muß man ſich informiren, ob der Apparat auch ſo eingerichtet iſt, daß er alles das leiſten kann, was man von dem Rohſtoffe nur erwarten darf.

Um die Koſten einer Fabrikazion wie die vorliegende zu beſtimmen haben wir vor allem zu unterſuchen, welche Quantität Rohſtoffe in einer beſtimmten Zeit verarbeitet werden kann und von welcher Größe das daraus entſtehende Produkt iſt. Wir erſehen aus dem Vorſtehenden, daß unſere Fabrik hauptſächlich aus folgenden Apparaten beſteht: 1. aus einem Quetſchwerk, 2. zwei Oelgänzen, 3. acht Samenwärmern, 4. zwei Doppelpreſſen für das Ausſchlagen, 5. vier Doppelpreſſen für das Nachſchlagen.

Die Operazionen ſind demnach durch das Ausſchlagen und Nachſchlagen als Manipulazion in zwei gleiche Hälften zertheilt, mit Ausnahme des Zermalmens durch das Quetſchwerk, welches bei der Fabrikazion überhaupt nur einmal ſtattfindet. Die Oelgänge und die Samenwärmer ſind alſo für jede der Operazionen, welche in Bezug auf ſie vollkommen identiſch ſind, in gleicher Anzahl vorhanden. Da aber das Ausſchlagen bei weitem mehr Oel liefert als das Nachſchlagen, und da man auf einmal ein beträchtlicheres Gewicht verarbeiten kann, ſo wird auch die Anzahl von Preſſen um die Hälfte geringer. Ueberhaupt baſirt man auf die Anzahl der Preſſen das Ganze der Fabrikazion, und ſie ſind es auch in der That, welche den Samen in Oelkuchen verwandeln, nachdem die möglich größte Quantität Oel daraus gewonnen iſt.

Gewicht des Samens für eine Nachſchlagpreſſe. — Da die acht Säcke, welche man zugleich an einen Samenwärmer hängt, um mit wiederverarbeitetem Oelkuchen gefüllt zu werden, die Ladung einer einfachen Preſſe darſtellen, ſo kann einer von ihnen enthalten $1^{\text{Kil.}}30$ bis $1^{\text{Kil.}}50$ gequetſchte Maſſe, was im Durchſchnitte für eine einfache Preſſe:

$$1^{\text{Kil.}}40 \times 8 = 11^{\text{Kil.}}20$$

gibt, welche folglich 8 Oelkuchen erzeugt.

Die Zeit, welche erforderlich iſt, um die Säcke vorzurichten, ſie unter die Preſſe zu bringen und die Preſſung zu bewirken, beträgt im Durchſchnitt 5 Minuten; man kann daher pro Stunde 12 Preſſungen annehmen.

Da 8 einfache Preſſen vorhanden ſind, ſo beträgt das Totalgewicht der unter die Preſſen gebrachten Maſſe pro Stunde

$$11,20 \times 12 \times 8 = 1075^{\text{Kil.}}2.$$

Es iſt weſentlich daran zu erinnern, ob das Gewicht des Samens, mit dem nach unſerer Annahme die Nachſchlagepreſſen beladen ſind, in der That exiſtiren würde, wenn ſie allein die Ausziehung des Oels bewirkten. Dieſes Gewicht aber muß um dasjenige des Oeles vermindert werden, das ſchon durch das Ausſchlagen gewonnen iſt. Wir behalten es nichts deſtoweniger bei, weil die ganze Leiſtung der Fabrik auf Nachſchlagepreſſen geſtützt iſt, ſo als ob Ausſchlagepreſſen gar nicht vorhanden wären.

Tägliche Arbeit. — Die Fabrikazion wird gewöhnlich Tag und Nacht betrieben; man kann jedoch

Digitized by Google

nicht auf wirkliche 24 Arbeitsſtunden rechnen, weil Stillſtände nothwendig ſind zur Ablöſung der Arbeiter und zur Unterhaltung der Apparate.

Rechnet man alſo nur 22 Stunden, ſo wird die tägliche Arbeit

$$1075^{\text{Kil.}}6 \times 22 = 23663^{\text{Kil.}}2$$

Samen betragen, der in Oel und Oelkuchen verwandelt wird.

Es iſt jedoch beſſer, wegen der in der Praxis nicht zu vermeidenden Ungenauigkeiten eine etwas geringere Zahl zur Baſis zu nehmen, z. B. 23000 Kil., womit man der wirklichen Arbeit ſehr nahe gekommen ſein wird.

Im Allgemeinen iſt zu bemerken, daß ein Oelgang von ſolchen Dimenſionen, wie ſie die unſrigen haben, bei weitem hinreichend iſt, um ein Samengewicht von dieſer Größe vorzubereiten. Eben ſo ſind von den acht Samenwärmern vier genügend; nur iſt nach ihrer gleichen Vertheilung in das Ausſchlagen und Nachſchlagen zu bemerken, daß man deren zwei für eine Doppelpreſſe in dem erſten Falle, und bloß einen in dem zweiten Falle gebraucht, wo die Beſchickungen pro Preſſe um die Hälfte geringer ſind.

Leiſtung. — Aus der am Anfange dieſes Aufſatzes gegebenen Tabelle iſt zu erſehen, daß der Samen des öltragenden Feldkohls 36 bis 40 Procent ſeines Gewichtes rohes Oel gibt, daß man aber auf das Maximum nur ſelten rechnen kann. Der Ertrag iſt übrigens ſehr veränderlich und wechſelt von einem Jahre zum andern und in Folge der verſchiedenen Ergiebigkeiten des Rohſtoffes. Nichtsdeſtoweniger paſſen die in der Praxis als allgemeiner Durchſchnitt angenommenen Ziffern genau mit dem Mittel, das man aus den angeführten Zahlen entwickeln kann.

Hundert Hektoliter, deren durchſchnittliches Gewicht, den Hektoliter zu 64 Kil. gerechnet, 6400 Kil. beträgt, entſprechen 2500 Kil. rohem Oel, welches Gewicht, wenn es von dem des Samens abgezogen wird, 3900 Kil. Oelkuchen erzeugt, wovon noch ein gewiſſer Abfall abzurechnen iſt, der mit 2 Procent des Totalgewichtes angenommen werden kann. Man gewinnt folglich $2500 : 6400 = 0{,}38$ oder 38 Kil. Oel von 100 Kil. Samen, was dem Durchſchnitt von 36 u. 40 gleichkommt.

Bezieht man dieſe Ziffern auf das Gewicht des Samens, das mit den im Vorſtehenden beſchriebenen und dargeſtellten Apparaten in einem Tage von 22 Arbeitsſtunden bearbeitet werden kann, ſo erhält man $23000 \text{ Kil.} \times 0{,}38 = 8740$.

Mit Rückſicht auf den wahrſcheinlichen auf beiläufig 2 Procent anzunehmenden Verluſt wird das Gewicht des Oelkuchens betragen $= (23000 - 8740) \times 0{,}98 = 13975$ Kil.

Da das Oel gewöhnlich in Fäſſern von 1 Hektoliter, deſſen Gewicht 91 Kil. iſt, in den Handel kommt, ſo kann man, um die Wichtigkeit der Fabrikazion zu bezeichnen, ſagen, daß dieſelbe $8740 : 91 = 96$ Fäſſern pro Tag entſpricht.

Bei 22 Arbeitsſtunden und 12 Preſſungen pro Stunde für jede der 8 Nachſchlagpreſſen erhält man $12 \times 8 \times 22 = 2112$ Preſſungen à 8 Säcke, folglich $2112 \times 8 = 16896$ Oelkuchen, wovon ein jeder nach dem obigen Totalgewicht $13975 : 16896 = 0^{\text{Kil.}}827$ wiegt. Es beſteht alſo ein Verluſt gegen das Totalgewicht des verwendeten Samens, den wir beiläufig mit 2 Procent angenommen haben, von $23000 \times 0{,}02 = 460$ Kil.

Dieſer beträchtlich erſcheinende Verluſt iſt ziemlich ganz genau und hat ohne Zweifel zuvörderſt ſeinen Grund in der durch die Erwärmung entſtehenden Verdünſtung, und dann in dem Verluſt des Samens beim Anfüllen der Säcke und bei den verſchiedenen Manipulazionen. Auch kann man noch auf eine gewiſſe Quantität Staub, der ſich mit dem Samen vermiſcht, und auf einen kleinen Theil Oel rechnen, der während des Zerquetſchens ausgedrückt und nicht vollſtändig aufgeſammelt wird.

Es muß indeſſen wiederholt bemerkt werden, daß man nicht immer ein ſolches Erträgniß erhält, welches als ſehr gut betrachtet werden kann, obſchon es auch manchmal noch beſſer ausfällt. Die Arbeit muß dabei ihren regelmäßigen Gang haben und muß ſehr thätig betrieben werden. Um die Sache in dieſer Beziehung noch klarer zu machen, geben wir nachſtehend die Reſultate bekannt, die aus den Beobachtungen der vorſtehend dargeſtellten Apparate hervorgegangen ſind, und benutzen dieſe Gelegenheit, um die Ziffer des Druckes zu erörtern, welchem der Samen im Verhältniß zu der Quantität des ausgepreßten Oeles unterworfen iſt.

Erfahrungsreſultate. — Durch die in Rede ſtehenden Apparate wurde ein Verſuch mit dem Samen aus der Ernte von 1855 gemacht, welcher den Beweis lieferte, daß das Erträgniß des öltragenden Feldkohls manchmal weit unter jenem iſt, den man gewöhnlich als Durchſchnitt annimmt. Die zur Operazion ver-

Digitized by Google

wendete Zeit dauerte noch länger als die gewöhnliche, da nothwendigerweiſe Unterbrechungen ſtattfinden mußten, um nicht allein die parziellen Reſultate zu kontroliren, ſondern auch weil mit dem Ausſchlagen ſogleich aufgehört werden mußte, ſobald die gegebene Samenquantität gequetſcht war, während ſonſt die Arbeit ohne Aufenthalt vorwärts geht.

Es wurden 50 Hekteliter Samen in den großen Rumpf geworfen, welcher genau 65 Kilogramm im Durchſchnitt oder im Ganzen 3250 Kil. wog. Die erſte Operazion oder das Ausſchlagen erzeugte 977 Liter Oel mit einem Gewicht von $977 \times 0{,}91 = 889^{\text{Kil.}}07$. Die Ausſchlagepreſſen waren kaum erwärmt und es übte jede derſelben einen Druck von beiläufig 4700 Kilogr. aus, gemeſſen nach dem Maß des Ventils der Injekzionspumpen und nach dem Querſchnitt des Preßkolbens. Dieſelben Subſtanzen von neuem gepreßt, ergaben als Nachſchlag 303 Liter mit dem Gewicht von $303 \times 0{,}91 = 275^{\text{Kil.}}73$. Die Nachſchlagepreſſen waren mit dem Dampf von 4 Atmoſphären erwärmt; der ausgeübte Druck betrug 14000 Kilogr. Die gewonnene Oelquantität betrug daher im Ganzen $977 + 303 = 1280$ Liter, zuſammen im Gewichte von $889{,}07 + 275{,}73 = 1164{,}80$ oder 1165 Kil. Die Zahl der Oelkuchen betrug 2640 mit einem Gewicht von 2014 Kil. Nimmt man nun die Gewichte des Oels und der Oelkuchen zuſammen, ſo findet man als Produkt $1165 + 2104 = 3179$ Kil., und zieht man dieſes Gewicht von dem des aufgegebenen Samens ab, ſo ergibt ſich als Verluſt $3250 - 3179 = 71$ Kil. Verfährt man nun in Betreff dieſer verſchiedenen Quantitäten, ſo wie vorher angegeben, für 100 Kil. Samen, ſo findet man im Ganzen genommen:

Oel	$35^{\text{Kil.}}846$	Procent
Oelkuchen . . .	61 „ 970	„
Verluſte	2 „ 184	„
Samen	$100^{\text{Kil.}}000$	„

Das Oelträgniß hat demnach noch nicht die Zahl von 36 Procent erreicht.

Erörterung der Ziffer der Druckkraft. — Wir haben geſehen daß man mit Druckkräften arbeitete, welche ungleich geringer ſind als die gewöhnlich angenommenen. Es war daher von ſehr großer Wichtigkeit zu wiſſen, welches Reſultat man erhält, wenn man Samen derſelben Ernte mit Preſſen bearbeitet, welche einen viel größern Druck ausüben. Hat man in der That in derſelben Zeit kalt mit ſenkrechten Preſſen gearbeitet, deren Kraft ſich aber auf 200000 Kilogr. beläuft, und die Dimenſionen der Oelkuchen, wie auch ihre Anzahl und Gewicht bleiben dieſelben, ſo hat man die folgenden Reſulate erhalten:

Oel	$36^{\text{Kil.}}98$	Procent
Oelkuchen . . .	60 „ 86	„
Verluſte	2 „ 16	„
Samen	$100^{\text{Kil.}}00$	„

Nämlich beinahe 37 Procent. Da die Differenz zwiſchen dieſem Reſultat und denjenigen mit den Preſſen, deren Kraft 14000 Kilogr. nicht überſteigt, nur etwas über 1 Procent beträgt, ſo kann ſie bei dem enormen Unterſchied des Druckes als ſehr gering betrachtet werden.

Es iſt noch zu bemerken, daß die Preſſen von 200000 Kilogr. mit jenem Apparat verſehen waren, von welchem wir ſprachen, und welcher den Zweck hat das Maximum der Preſſung am Ende der Operazion fix zu erhalten, um die Abſorpzion des Oeles durch die Kapillarität zu verhindern.

Dieſe Betrachtungen ſcheinen es alſo zu beweiſen, daß die Erwärmung die Urſache iſt, die großen Druckkräfte zu vermeiden; wenn man aber bemerkt, daß die Erwärmung der Seiten der Preſſe allein kaum weiter als auf den Rand der Oelkuchen Einfluß nehmen kann, und daß anderſeits, ſelbſt wenn man von den kalten Preſſen abgeht, die Oelkuchen einen großen Theil der Wärme beibehalten, welchen der Samen auf den Wärmern angenommen hat, ſo muß man geſtehen, daß hier ein beinahe unerklärbarer Vorgang ſtattfindet. Wir neigen uns ſtark zu der Meinung hin, daß man die Preſſung in den bis daher beſtehenden Apparaten bei weitem übertrieben hat, indem man glaubte, ſie ſei nothwendig, um alles Oel, das in dem Kohlſamen enthalten iſt, bloß in zwei Quetſchungen, im Ausſchlagen und im Nachſchlagen, auszudrücken. Es iſt aber bekannt, daß bei allen ähnlichen Operazionen, beim Preſſen des Weines, der Früchte ꝛc. und auch beim Prägen der Metalle ein gewiſſer Kompreſſionsgrad eintritt, wo es durchaus erforderlich iſt die Subſtanzen wieder zuzurichten, um durch die Preſſung neue Effekte hervorzubringen. Wir haben übrigens einen Beweis von dieſer Thatſache in Betreff des Kohlſamens in Folge eines zweiten Nachſchlagens, das man mit dem Oelkuchen vornahm, den man bei dem angeführten erſten Verſuche gewann.

Man nahm ein beſtimmtes Gewicht dieſes Oelku-

Digitized by Google

chens, welches bereits 35 Kil. 846 Oel von 100 Kil. Samen geliefert hatte, und als man es dann unter die Oelgänge und auf die Wärmer gebracht, wie beim erſten Nachſchlagen, gab man es unter die Preſſen von 200000 Kilogr. Durch dieſe Operazion drückte man eine gewiſſe Quantität übrigens mittelmäßiges Oel aus, welches, wie immer auf das urſprüngliche Gewicht des aufgegebenen Samens bezogen, gleich war 4 Kil. 91 pro Hundert.

Wenn man mit denſelben Preſſen präparirte Oelkuchen, von denen man ſchon 36 Kil. 980 Procent gewonnen, derſelben Operazion unterworfen hätte, ſo würde das Produkt eines zweiten Nachſchlagens, da der Unterſchied zwiſchen dieſen beiden Ergebniſſen 36 Kil. 980 — 35 Kil. 846 = 1 Kil. 134 iſt, nothwendigerweiſe noch 4,91 — 1,134 = 3 Kil. 776 geweſen ſein.

Man kann alſo mit einem Worte noch bei 4 Procent Oel aus den Oelkuchen ziehen, welche unter Preſſen bis zu 200000 Kilogr. Druckkraft waren. Alles dies könnte beweiſen, daß man durch ein zweites und vielleicht durch ein drittes Nachſchlagen eine gewiſſe Quantität Oel aus einem Kuchen ziehen könnte, welcher ſchon gehörig gepreßt worden iſt. Wenn man aber berückſichtigt, daß die Auspreſſungskoſten gerade dieſelben ſind wie beim erſtenmale, ſo wird man wohl darauf geführt, daß es nicht vortheilhaft iſt eine ſolche Arbeit zu unternehmen. —

Approximative Koſtenberechnung. — Offenbar iſt es ſehr ſchwierig auf eine genaue Art die finanzielle Bedeutung einer Fabrikazion dieſer Art zu ermitteln, da die Ankaufspreiſe der Materialien, die Verkaufspreiſe des Oels und ſelbſt das Arbeitslohn nach den verſchiedenen Gegenden und nach der Art und Weiſe des Betriebes zu veränderlich ſind. Man kann ſich deshalb nur an gemachte Erfahrungen halten, und wir entnehmen darum die nachſtehenden Ziffern einer im Betrieb ſtehenden Fabrik und zwar aus einer beſtimmten Epoche, in welcher der Preis des Samens mit dem des verkauften Oeles im Verhältniß ſtand. Dieſe Fabrik hatte genau dieſelben Apparate, die der Gegenſtand unſerer vorangehenden Darſtellung waren.

Tägliche Ausgaben. — Allgemeine Koſten mit Inbegriff der für die Dampfmaſchine, für die Heizung der Preſſen und der Samenwärmer verwendeten Kohle . 120000 Fr.

für 250 Arbeitstage oder pro Tag $\frac{120000}{250} = 480$ „

Der Samen koſtete in jener Epoche, welche wir zur Vergleichung angenommen, 36 Fr. pro Hektoliter, und da wir geſehen, daß man davon täglich 23000 Kilogr. preſſen kann und der Hektol. 65 Kil. wog, ſo erhalten wir $\frac{23000}{65} = 355$ Hekt. à 36 Fr. = 12780

Tägliche Ausgabe 13260 Fr.

Einnahme. — Das rohe Oel wurde in der genannten Epoche mit 140 Fr. pro 100 Kilogr. verkauft, und die oben angegebene Quantität Samen mußte im Durchſchnitt 36 Procent geben wie wir geſehen. Man findet daher $\frac{23000 \times 0.36}{100}$

$\times$ 140 Fr. . . . . 11592 „

Die bei der Fabrikazion gewonnenen Oelkuchen wurden pro 1000 Kilogr. mit 200 Fr. bezahlt, und da die Produkzion 61 Kil. pro 100 des aufgegebenen Samens betrug, ſo geht daraus hervor $\frac{23000 \text{ Kil.} \times 0.61}{1000} \times 200$ Fr. = . . . 2806 „

Tägliche Einnahme 14398 Fr.

Folglich ergab ſich ein täglicher Gewinn von 1120 Fr, doch wiederholen wir ausdrücklich, daß dieſe Ziffern bloß für die gedachte Periode ganz genau ſind. Offenbar müſſen ſie den fortwährenden Schwankungen der Preiſe für Samen und Oel, ſo wie denen der Erträgniſſe folgen, welche ſich mit jeder neuen Ernte verändern.

Die Berechnungen hinſichtlich des gereinigten Oeles haben mit unſerer Koſtenaufſtellung nichts zu thun, da dieſe Operazion beſonders mit dem feſten Preis pro 100 Kilogr. in Anſatz gebracht werden muß. —

Wir ſchließen unſere Mittheilung mit der Ueberſicht von den Koſten der Apparate in der Oelfabrik, von der wir die Zeichnungen angeſchloſſen. Wenn auch dieſe Koſten nach den verſchiedenen Gegenden und ſelbſt nach den verſchiedenen Conſtrueteurs und der Art der angenommenen Konſtrukzion veränderlich ſind, ſo kann dieſe Ueberſicht doch in vielen Fällen als Richtſchnur betrachtet werden.

Ueberſicht der Koſten für die Maſchinen und Apparate, welche für eine Oelfabrik mit einem täglichen Erträgniß von 5 bis

Digitized by Google

6060 Kilogr. Oel aus Kohlſamen erforderlich ſind.

1. Dampfmaſchine mit zwei Cylindern, mit Balancier, mittlerem Druck und Kondenſazion nach dem Woolf'ſchen Syſtem mit einer mittleren Kraft von 40 Pferden und 2 Generatoren . . 38000—40000 Fr.

2. Ein Quetſchwerk mit 2 Cylindern von hartem Gußeiſen, ruhend auf zwei gußeiſernen Gerüſten und nebſt allem Zubehör . . . 2500— 2800 „

3. Drei große Oelgänge, jeder beſtehend aus drei Mühlſteinen von Granit, wovon 2 vertikale von 2m0 Durchmeſſer und 1 horizontaler, aus einer gußeiſernen Welle, einer ſchmiedeiſernen Achſe, die Büchſen der Mühlſteinaugen mit Ringen von Bronze, aus den Vorrichtungen zum Zuſammenſcharren u. ſ. w. . . . . 10000—11000 „

4. Zwei gußeiſerne Gerüſte zur Aufnahme der Lager der ſenkrechten Wellen der Oelgänge und der Transmiſſionswelle; zwei Winkelräder von 1m70 bis 1m80 im Durchmeſſer und mit hölzernem Zahnwerk ſo wie mit zwei korreſpondirenden Getrieben von 0m85 bis 0m90 und gußeiſerner Verzahnung, zwei gußeiſernen abgedrehten Becken zur Einfaſſung der Bodenſteine, mit Auslaßklappen . 4500— 4600 „

5. Acht Samenwärmer, wovon ein Theil mit offenem Feuer, der andere mit Dampf, oder alle auf die eine oder die andere Art mit allem Zubehör, außer der allgemeinen Transmiſſion (à 500 Fr. im Durchſchnitt) . . . . . 4000 „

6. Sechs Doppelpreſſen, u. z. zwei für das Ausſchlagen und vier für das Nachſchlagen . . . . 24000 „

7. Drei Injekzionströge von Bronze, jeder für eine Doppelpreſſe, nebſt dazu gehörigen Vorgelegen, Kompenſazionsventilen u. ſ. w. . 7000—7500 „

8. Die allgemeine Transmiſſion von der Dampfmaſchine auf die Oelgänge, die Injekzionspumpen und Samenwärmer, beſtehend aus einem Paar Vorgelegen mit hölzernen und eiſernen Zähnen zur Bewegung der liegenden Welle der Oelgänge und der Injekzionspumpen; zwei Stirnrädern mit hölzernen Zähnen für die Tröge; der liegenden Welle mit ihrem Zapfenlager und ſonſtigem Zubehör; den Rollen, welche die Bewegung auf die liegende Welle der Samenwärmer und des Sackaufzugs übertragen; den mechaniſchen Vorrichtungen für die Samenwärmer, beſtehend aus einer liegenden Welle, acht Paar geraden Vorgelegen, Gerüſten u. ſ. w. . . . . 6500 Fr.

9. Alles Röhrenwerk, nämlich die gußeiſernen Röhren zur Wärmung der Preſſen und der Samenwärmer; die Röhren dazu von Rothkupfer mit den dazu gehörigen Hähnen, die Injekzionsröhren von geſtrecktem Rothkupfer; die Röhren von dünnem Rothkupfer für die Retour d'Eaux von den Preſſen zu den Trögen; die verſchiedenen Zuſammenpaſſungen und Verbindungsſtücke für die gedachten Röhren . . 5000— 5500 „

10. Ein Sackaufzug und ſein Triebwerk zum Aufwinden des Samens in die Magazine . . . . 375 „

11. Verſchiedene Nebenapparate für die Reinigung des Samens, Pumpen zum Heben des Oels u. ſ. w 600— 800 „

Die Beſchaffung und Aufſtellung der hier aufgezählten verſchiedenen Apparate mit dem Motor und der Transmiſſionsbewegung überſteigt demnach die Summe von 100000 Francs, worin das Material für die Reinigung des Oels nicht mit inbegriffen iſt, was beiläufig mit 14 bis 15000 Fr. angeſchlagen werden kann, wobei die erforderlichen Maurer- und Zimmermannsarbeiten noch nicht mitberechnet worden ſind. —

Digitized by Google

Die Durchstechung der Landenge von Suez.

(Mit Zeichnungen auf Blatt **115** u. **116** und auf Seite 187.)

Das Territorium Aegyptens ist bekanntlich jener Theil des Nilbeckens, der zwischen den Katarakten und dem Meere liegt. Eingeschlossen zwischen zwei beinahe parallel laufenden Gebirgsketten, welche das Land von Lybien und dem rothen Meere trennen, bildet es oberhalb Kairo ein tief eingeschnittenes Thal von 200 Stunden Länge bei 3 bis 4 Stunden Breite, welches Ober- und Mittelägypten genannt wird. Dann aber breitet es sich zwischen den niedrigen Bergzügen aus, die von Süden nach Norden streichen, und bildet zwischen Kairo, Alexandrien und Pelusium jene großartige dreiseitige Ebene von 1375 Stunden Flächenraum, welche Unterägypten heißt.

Der Nil hatte ehemals 7 Arme, wovon die beiden äußern, den Fuß der Hügelketten verfolgend, bei Alexandrien und bei Pelusium in das Meer einfielen und die ganze Ebene begrenzten. Jetzt theilt sich der Fluß unterhalb Kairo in zwei, bei Rosette und Damiette ausmündenden und Unterägypten in die drei Provinzen Berbereh im Westen, Delta in der Mitte, und Scherkieh im Osten theilenden Arme, welche von unzähligen, von den beiden Flußarmen sich abzweigenden Kanälen durchschnitten sind, die sich in der, zwischen Alexandrien und Pelusium längs dem Gestade des mittelländischen Meeres hinziehenden Lagunenreihe verlieren. Diese zur Bewässerung der Ländereien angelegten Kanäle sind im Allgemeinen zur Zeit des Hochwassers schiffbar, und nachdem sie den Boden befruchtet haben, dienen sie auch noch zur Erleichterung des Transports der Produkte. Unter ihnen ist es jedoch nur der den Nil mit dem Hafen von Alexandrien verbindende Mahmudiehkanal, welcher den Charakter einer Handelsstraße annimmt.

Die Gebirgskette, welche sich gegen Osten zwischen das Nilthal und das rothe Meer gelagert, ist ein Höhenzug mit steilen Abfällen, der sich bis zur Linie von Kairo nach Suez bedeutend erhebt; von hier ab aber senkt er sich plötzlich und verlängert sich zu einer Spitze auslaufend in nordwestlicher Richtung in Kalksteinhügeln bis zum See Timsah und in Sand- und Kieshöhen, welche dem Boden des Isthmus angehören, bis zum See Manzaleh.

Diese aus Kalkstein bestehende Spitze dürfte ehemals ein Vorgebirge zwischen dem mittelländischen und dem rothen Meere gewesen sein; noch jetzt scheidet es das Nilthal, das den kulturfähigen Boden Aegyptens bildet, deutlich von dem Becken des Isthmus von Suez, das nur eine Wüste ist; doch ist diese Trennung selbst gegenwärtig noch nicht ganz vollständig, und bei Hochgewässern verbreitet sich der Nil durch den See Manzaleh über die nördliche und durch das Thal von Tumilat, das zwischen Kalkhügeln und Sand- und Kieshöhen eine geringe Einsattlung bildet, in die mittlere Region des Isthmus. Dieser natürliche Lauf des Wassers bei Ueberschwemmungen bezeichnet die beiden einzigen Wege, durch welche ein von Alexandrien nach dem rothen Meere durch Aegypten geführter Kanal mit dem Nilthale in Verbindung treten könnte.

Die Gewässer des Nils haben den ganzen Boden, den sie bei Hochgewässern erreichen, mit einer Schlammschicht bedeckt, deren Mächtigkeit im Allgemeinen mit der Entfernung vom Flusse abnimmt. Diese, den kulturfähigen Boden Aegyptens bildende Ablagerung ruht auf einer mächtigen Meersandschicht, welche noch jetzt mit Salz imprägnirt ist.

Wenn man das Nilbett als einen allgemeinen Einschnitt in das Terrain betrachtet, so bemerkt man überall jene Eintheilung des Unterbodens in zwei verschiedene Schichten. Die Scheidelinie bildet eine gegen das Meer hin gering geneigte Linie, welche beiläufig der Fläche des niedrigen Wasserstandes folgt. Die Eindringung des Wassers in den Meeressand unterhält in dem Unterboden eine beständige Feuchtigkeit, welche beim Wiederaufsteigen durch die Dammerde diese mit Salztheilchen bedeckt. Diese aufsteigende Tendenz der Salze des Unterbodens wird im Sommer durch die große Hitze und durch die Anspannung des Flusses über den niedrigen Wasserstand noch vermehrt, und es würde der Boden bald unfruchtbar werden, wenn er nicht alljährlich durch das süße Nilwasser abgewaschen würde. Diese Reinigung der Ländereien ist demnach in Aegypten die erste Bedingung aller Kultur, und daher entsteht die Nothwendigkeit jener Unzahl von Kanälen, welche Unterägypten nach allen Richtungen durchschneiden, um überall Wasser oder vielmehr Vegetazion und Leben zu verbreiten.

Digitized by Google

Dieſe Kanäle dienen zugleich zur Ueberſchwemmung und zur Entwäſſerung der Ländereien, nachdem ſie ausgewaſchen worden ſind. Wollte man daher dieſen Kanälen das Waſſer abſchneiden oder deren Lauf zum Meere hemmen, ſo wären dies zwei ſichere Mittel jede Kultur in Unterägypten unmöglich zu machen.

Von den Katarakten bis zum Meere hat der Nil auf ſeinem 300 Stunden langen Laufe keinen Nebenfluß; ſein Bett hat hier eine gleichmäßige Breite, die man im Mittel auf 1200 Meter in Ober- und Mittelägypten, in Niederägypten aber, wo er zweiarmig iſt, auf 600 Meter annehmen kann. Ruhig fließt er ohne Krümmungen von Süden nach Norden durch eine flache, gegen das Meer hin ſchwach geneigte Ebene, die im Allgemeinen von den Katarakten bis Kairo ein Gefälle von 1 : 1000, von Kairo bis zum Meere aber nur ein Gefälle von 0m50 hat.

Der Nil wächſt und fällt regelmäßig und langſam; nachdem ſich ſein Waſſerſtand vom Juni bis September nach und nach gehoben, ſinkt er allmählig vom Oktober bis zum Mai wieder hinunter. Die Höhe des Waſſerſtandes, welche natürlicher Weiſe mehr und mehr abnimmt, je weiter man an dem Fluſſe hinabgeht, variirt von einem Jahre zum andern, jedoch innerhalb beſtimmter Grenzen, denn das niedrigſte Hochwaſſer beträgt beiläufig $^2/_3$ des höchſten Waſſerſtandes. Dieſe Art von jährlicher Ebbe und Fluth, denen der Fluß unterworfen iſt, gibt ihm eine periodiſche Ordnung, die man für Kairo aus folgender Tabelle erſehen kann.

	Niveau über dem mittelländiſchen Meere.	Geſchwindigkeit an der Oberfläche.	Waſſermenge in 24 Stunden.
Minimum des niedrigſten Waſſerſtandes	14m + 0,00	0m50	50000000mc
Maximum der Anſchwellungen	14m + 8,00	1m50	800000000mc

Das Nilwaſſer iſt ſtets trübe, hauptſächlich während der Anſchwellungen; im Durchſchnitt enthält es 0,004 Schlamm, wovon ein ſehr kleiner Theil auf den überſchwemmten Ländereien liegen bleibt und den Boden erhöht; der größere Theil wird bis zum Meere mit fortgeführt. Auf der Sohle des Fluſſes rollt außerdem der Sand hinab, den die Winde in das Waſſer wehen und den der Strom von den Ufern abſpült. Dieſe Sände, welche im obern Nil eine Unzahl von Sandbänken bilden, ſetzen ſich in ſehr großer Entfernung vom Meere feſt; zwanzig Kilometer von den Mündungen entfernt bietet das Terrain, welches die Sohle des Fluſſes überzieht, nur noch etwas Sand, der ſich gewiſſermaßen in die Schlammmaſſe verloren hat. Die Mündungen von Roſette und Damiette ſind durch Sandbänke verſperrt, welche außerordentlich veränderlich ſind und auf denen bei niedrigem Waſſer nur eine Tiefe von 1 bis 2m0, und bei hohem Waſſerſtande eine Tiefe von 2 bis 3m0 ſtattfindet. —

So viel über die Natur des Bodens von Unterägypten und über das Verhalten des Nilwaſſers. Was nun den Iſthmus von Suez ſelbſt betrifft, ſo hat derſelbe von dem arabiſchen Meerbuſen bis zum mittelländiſchen Meere in gerader Linie eine Länge von 113000 Metern oder 14,89 öſterr. Meilen. Die Geſtalt dieſer Landenge geht aus der beiliegenden Charte (Blatt **115**) deutlich hervor. Zwiſchen dem rothen Meere und dem Golf von Peluſium beſteht in der Richtung von Süden nach Norden eine Einſenkung, die beſonders bei den Bitterſeen und dem See Timſah ſehr markirt iſt. Dennoch findet man in dieſer Niederung Terrainerhebungen, und zwar zwiſchen den oben genannten Seen und weiterhin zwiſchen dem See Timſah und dem See Manzaleh; ſie ſind indeſſen ſehr kurz und haben keine größere Höhe als 12 bis 15m0. Der übrige Theil des Iſthmus iſt ſeiner ganzen Länge nach wie ein horizontaler Thalweg zu betrachten. In der Mitte dieſer Längeneinſenkung, nämlich auf der Höhe des Sees Timſah, befindet ſich eine andere Einſenkung, welche beinahe ſenkrecht gegen die erſte gerichtet iſt und ſich von der Mitte des Iſthmus bis zu den Alluvionsgebilden des Delta ausdehnt. Dieſe zweite Vertiefung iſt weniger markirt als die erſte und erſtreckt ſich von Weſten nach Oſten; ſie wird das Wadi (Thal) Tumilat genannt und iſt das Land Goſen, in welchem ſich die Hebräer unter Jakob niederließen und von dem ſie unter Moſes Anführung im 17. Jahrhundert vor unſerer Zeitrechnung auswanderten.

Aus dieſer Beſchaffenheit der Bodenoberfläche des Iſthmus geht zur Genüge hervor, daß die Richtung eines Kanals zwiſchen den beiden Meeren von der Natur ſelbſt vorgezeichnet iſt, und daß auch durch die letztere Terraineinſchneidung zwiſchen Timſah und Belbeis, dem alten

Digitized by Google

Bubaſte, die innere Schifffahrt Aegyptens mit der an ſeiner Grenze ſich bewegenden Seeſchifffahrt ſehr leicht in Verbindung gebracht werden kann. Bei nur etwas hohem Stande des Nils iſt das Wadi Tumilat mit Waſſer aus demſelben überſchwemmt, das ſich bis zum See Timſah erſtreckt und ehemals auch bis zu den Bitterſeen gereicht haben mag, indem es die Schwelle umging, welche ſie davon trennte. In den Schluchten des Sees Timſah fand man Nilſchlamm von derſelben Art wie derjenige iſt, welcher die Ebenen Niederägyptens und den Boden des Nilthales bedeckt.

Was die geognoſtiſche Beſchaffenheit der Landenge von Suez betrifft, ſo war es von der größten Wichtigkeit dieſelbe genau kennen zu lernen, um über die Einſchneidung eines mindeſtens 8m0 tiefen Kanals in das Terrain richtig urtheilen zu können. Es wurden zu dieſem Behuf 19 Bohrungen in der Richtung vom rothen bis zum mittelländiſchen Meere ausgeführt, aus denen hervorging, daß der ganze Boden der Landenge eben ſo wie Unter- und Mittelägypten und auch das große Plateau der lybiſchen Wüſte der Terziärformazion angehört und daß der Kanal auf ſeiner ganzen Länge von 147956m0 durch zwei vorherrſchende Gebirgsarten getrieben werden muß, nämlich durch Thon von Suez bis zu den Bitterſeen, und durch feſten Sand von dieſem See bis zur Ausmündung in den Meerbuſen von Peluſium. — In Betreff des beweglichen Sandes, welcher der allgemeinen Meinung zufolge die Erhaltung und die Dauer des Kanals bedrohen ſoll, iſt zu bemerken, daß dieſe Annahme eine reine Chimäre iſt. Nach den von den Mitgliedern der Kommiſſion gemachten Beobachtungen iſt der Boden des Iſthmus durchgängig feſt und zwar theils durch die ihn bedeckende Kiesſchicht und theils durch die Vegetazion. Ein peremtoriſcher Beweis dafür iſt der Umſtand, daß man noch jetzt nach ſo vielen Jahrhunderten die Spuren der alten Kanalbauten aus dem Alterthum bemerken kann, welche längſt verſchwunden wären, wenn der Sand des Iſthmus die vermeintliche Beweglichkeit beſäße; ſie haben aber noch eine Höhe von 5 bis 6m0, und es iſt nicht abzuſehen, warum dieſe nicht eben ſo gut unterm Sande begraben ſein ſollten wie ſo viele andere Monumente Aegyptens.

Der Niveauunterſchied zwiſchen den beiden Meeren wurde früher auf 9m908 angegeben, um welches Maß das rothe Meer bei Suez während des hohen Waſſerſtandes höher ſteigen ſollte als das mittelländiſche Meer bei Peluſium zur Zeit der Ebbe. Dieſer Unterſchied war das Reſultat des von Lepère im Jahre 1799 während der franzöſiſchen Expedizion unternommenen Nivellements, das freilich im Angeſichte und unter fortwährenden Beunruhigungen des Feindes, ſo wie auch mit unvollkommenen Inſtrumenten — mit gewöhnlichen Waſſerwagen — ausgeführt wurde. Später fanden mehrere andere Nivellements ſtatt, die zwar miteinander nicht übereinſtimmten, jedoch das Ergebniß lieferten, daß das Nivellement von 1799 falſch iſt und daß das rothe Meer mit dem mittelländiſchen Meere beinahe in gleicher Höhe liegt. Aus allen vorgenommenen Operazionen gewann die internazionale Kommiſſion die Ueberzeugung, daß der gewöhnliche mittlere Waſſerſtand des mittelländiſchen Meeres bei Tineh 2m32 unter dem Marqueur an der rechten Ecke der Quaitreppe vor dem Hotel zu Suez liegt*). Eine Ueberſicht über das Verhalten der Waſſerſtände der beiden Meere findet man auf Seite 187.

Nach der hier mitgetheilten ſummariſchen Schilderung der Territorialverhältniſſe des Iſthmus von Suez**)

*) Bemerkungen über das Nivellement der Landenge von Suez, ſ. im Notizblatt III. Band S. 287 u. 320.

) Die allgemeine Kenntniß der Landenge von Suez wird durch die anliegenden Blätter **115 u. **116** noch anſchaulicher gemacht; das erſte iſt eine Charte dieſes Landſtriches, welche von den Ingenieuren des Vicekönigs von Aegypten aufgenommen wurde, und das zweite ein Panorama desſelben, das von Herrn Linant de Bellefonds gezeichnet worden iſt. In demſelben bezeichnen: 1. die Einfahrt des neuen Kanals vom mittelländiſchen Meere aus; 2. das Ras Gäſerum oder das Kap Kaſius der Alten, auf welchem ſich das Grab des Pompejus und ein Jupitertempel befand; 3. Ruinen von Peluſium, jetzt Tel-el-Omarem oder Faramah; 4. Fort Tineh, errichtet von den Franzoſen im ägyptiſchen Feldzuge von 1798; 5. Brücke Kantara d'el Koseb auf der Straße von Paläſtina nach Aegypten; 6. Schwelle el Guisr und Spuren des alten von Nekos begonnenen Kanals; 7. der See Manzaleh; 8. Salieh; 9. der von dem Meereskanal am Timſahſee abzuzweigende und durch das Thal Tumilat zu führende Kanal, der von dem Nil mit ſüßem Waſſer geſpeiſt wird; 10. Ras-el-Wadi, das Pithom der Bibel; 11. Tel-Mastuta, Spuren von Rhamſes der Pharaonen und der Bibel, Heroonpolis der Ptolemäer, Abul Receb genannt; 12. Tel Maaſer Socoth der Bibel, die erſte Stazion des iſraelitiſchen Volkes, das von Rhamſes unter Anführung des Moſes nach dem gelobten Lande abzog; 13. Tel Naim; 14. Ruebeh-el Buſe, das Hiroth der Bibel; 15. Etham der Bibel, zweite Stazion des jüdiſchen Volkes am Ende der Wüſte; die Araber nennen den Ort Ethamis; 16. der Timſahſee, welcher zur Zeit des Moſes die Grenze des rothen Mee-

Digitized by Google

erſcheint die Durchſtechung dieſer Landenge ſehr einfach, und es iſt daher auffallend daß man ſich bisher von mancher Seite Mühe gegeben hat, dieſe Aufgabe auf eine komplicirtere Weiſe zu löſen, was ſeinen Grund doch nur in der unvollſtändigen Kenntniß der Oertlichkeit und in dem Beſtreben haben konnte, den Nil mit dem rothen Meere zu verbinden. Wir übergehen die verſchiedenen Entwürfe, die von Lepère, Talabot u. ſ. w. verfaßt wurden, und beſchäftigen uns nur mit der direkten Kanallinie, die von den Ingenieuren des Vicekönigs von Aegypten, den Herren Linant-Bey und Mougel-Bey feſtgeſtellt wurde, und nach welcher die Ausführung des Kanals, ſo wie die künftige Unterhaltung desſelben mit viel geringeren Schwierigkeiten verbunden iſt, als es bei der Wahl jeder andern Linie ſein würde.

Bei der großen Wichtigkeit des Gegenſtandes fand ſich der Vicekönig von Aegypten veranlaßt, zur Begutachtung der von ſeinen Ingenieuren aufgeſtellten Entwürfe eine Kommiſſion von europäiſchen Hydrotechnikern und Secofficieren zu berufen. Dieſelbe beſtand aus folgenden Mitgliedern:

Hrn. Conrad, Oberingenieur des holländiſchen Waterſtaates zu Haag;

Hen. Harris, Kapitän der britiſch-indiſchen Marine zu London;

Hr. Jaurès, Schiffskapitän der kaiſ. franzöſiſchen Marine und Mitglied des Admiralitätsconſeils;

Hrn. Lentze, königl. preuß. Geh. Oberbaurath und Vorſtand der Kommiſſion für die Bauten an der Weichſel, zu Berlin;

Hrn. Lieuſſou, Ingenieur-Hydrograph der kaiſ. franz. Marine, zu Paris;

Hrn. Mac-Clean, Ingenieur zu London;

Hrn. Manby, desgleichen.

Hrn. Monteſino, Direktor der öffentlichen Bauten, zu Madrid;

Hrn. v. Negrelli, Generalinſpektor der öſterr. Eiſenbahnen, zu Wien;

Hrn. Paleocapa, Miniſter der öffentlichen Bauten des Königreichs Sardinien, zu Turin;

Hrn. Renaud, Generalinſpektor und Mitglied des Generalraths der Straßen- und Waſſerbauten in Frankreich, zu Paris;

Hrn. Rendel, Ingenieur zu London;

Hrn. Rigault de Genouilly, Contreadmiral der kaiſ. franz. Marine, zu Paris.

Mehrere Mitglieder dieſer Kommiſſion, nämlich die Hrn. Conrad, Mac-Clean, v. Negrelli Renaud und Lieuſſou begaben ſich im Monat November 1855 nach Aegypten, wo ſie ſich 2½ Monat hindurch mit den örtlichen Unterſuchungen beſchäftigten. Nach achtmonatlichen Prüfungen ſah ſich die in Paris verſammelte internazionale Kommiſſion in den Stand geſetzt, alle ihre Ergebniſſe in einem detaillirten Plane zuſammen zu faſſen, von dem wir hier das Weſentlichſte mittheilen. —

Nach dem Entwurf der ägyptiſchen Ingenieure und nach den von der Kommiſſion beantragten Modifikazionen nimmt der Kanal in dem öſtlichen Theile des Golfes von Suez (Blatt **115** u. **116**) ſeinen Anfang und durchſchneidet in beinahe ganz gerader nach Norden gerichteter Linie die 20 Kilometer, welche Suez von den Bitterſeen trennen; auch durchzieht er dieſe Seen, die mit dem Waſſer des rothen Meeres angefüllt werden. Von der nördlichſten Spitze derſelben wendet er ſich über die Schwelle von Serapeum gegen den Timſahſee, den er ebenfalls durchſetzt, dann aber die Schwelle von El-Guiſr durchbricht, ſich längs dem öſtlichen Ufer des Manzalehſees hinzieht und endlich in dem Golf von Peluſium zwiſchen den Ruinen des alten Peluſiums und dem Schloſſe Tineh im mittelländiſchen Meere ausmündet.

In nachſtehender Tabelle ſind die Linien und Kurven angeben, aus denen dieſe Trace beſteht.

---

tes war; 17. das Gebäude der Ingenieure während ihrer Meſſungen und Unterſuchungen behufs der Ausarbeitung des Kanalentwurfes; 18. Schwelle des Serapeums; perſepolitaniſches Monument, wahrſcheinlich von Darius der Vollendung des Kanals zwiſchen den beiden Meeren gewidmet. 19. Spuren und Ausmündung des alten Kanals und Ruinen von Bauwerken; 20. Becken des Iſthmus oder ehemaliger Buſen des rothen Meeres, die Bitterſeen genannt; 21. perſepolitaniſches Monument; 22. Grab des Scheik Ennedek; Baal Zephon; 23. Tel-el-Kleimeh, das alte Klisma der Ptolomäer; 24. Suez; 25 europäiſcher Kirchhof; 26. Hotel für die Reiſenden von Indien; 27. projektirtes Reſervoir für das Nilwaſſer; 28. Reſervoir für Regenwaſſer; 29. alte Reſervoirs, welche das Waſſer aus den Schluchten des Attaka aufnehmen; 30. Fort und Brunnen von Hadſcherut; 31. Stazion Nr. 15 auf der Poſtſtraße von Kairo nach Suez; 33. Straße von Suez nach Kairo; 34. Berg Attaka; 35. Gebel Awebet; 36. Gebel Ehebrewet; 37. Gebel Thieb; 38. Bir Mara; das Mara der Bibel; 39. Ruinen von Magdelum Magdal der Bibel.

Digitized by Google

Nr. der Pfähle	Bezeichnung der Lokalität	Längen zwiſchen den Winkeln	Länge der Tangenten	Länge der Geraden	Länge der Kurven	Halbmeſſer
	Von d. roth. Meere bis z. Anfang d. 1. Kurve	3842,00	—	3242,30	—	—
	" " "	—	599,70	—	—	—
12.	Winkel I. 169° 28'00"	—	—	—	1194,97	6500
	" " "	—	599,70	—	—	—
	2. Alignement. Von der Spitze des Meerbuſens bis zum kleinen Becken . .	24147,70	—	20180,00	—	—
74.	Winkel II. 138° 01'00"	—	—	—	6225,19	8500
	" " "	—	3368,00	—	—	—
	3. Alignement. — In dem kleinen Becken	8154,45	—	1491,45	—	—
	" " "	—	3295,00	—	—	—
94.	Winkel III. 147° 08' 40" . . .	—	—	—	6018,04	10500
	" " "	—	3295,00	—	—	—
	4. Alignement. — Ende des kleinen Beckens	7430,00	—	2084,00	—	—
	" " "	—	2051,00	—	—	—
113.	Winkel IV. 152° 45' 00" . . .	—	—	—	3804,82	8000
	" " "	—	2051,00	—	—	—
	5. Alignement. — Großes Becken . .	13044,35	—	8456,85	—	—
	" " "	—	2536,50	—	—	—
145.	Winkel V. 129° 04' 20"	—	—	—	4444,29	5000
	" " "	—	2536,50	—	—	—
	6. Alignement. — Großes Becken . .	10969,50	—	5049,00	—	—
	" " "	—	3384,00	—	—	—
173.	Winkel VI. 148° 30' 00" . . .	—	—	—	6597,36	12000
	" " "	—	3384,00	—	—	—
	7. Alignement. — Schwelle des Serapeums	6379,50	—	985,20	—	—
	" " "	—	2010,30	—	—	—
189.	Winkel VII. 164° 44' 00" . . .	—	—	—	3996,81	15000
	" " "	—	2010,30	—	—	—
	8. Alignement. — Scheik Ennedek . .	5790,30	—	1805,60	—	—
	" " "	—	1974,40	—	—	—
203.	Winkel VIII. 157° 40' 00" . . .	—	—	—	3697,91	10000
	" " "	—	1974,40	—	—	—
	9. Alignement. — Von dem See Timſah	13320,35	—	9329,45	—	—
	" " "	—	2016,50	—	—	—
237.	Winkel IX. 157° 12' 08" . . .	—	—	—	3879,36	10000
	" " "	—	2016,50	—	—	—
	10. Alignement. — Schwelle von Ferdanne	10848,70	—	6762,20	—	—
	" " "	—	2070,00	—	—	—
264.	Winkel X. 156° 45' 00" . . .	—	—	—	4057,07	10000
	" " "	—	2070,00	—	—	—
	11. Alignement. — Bis z. mittelländ. Meere	44030,00	—	41430,00	—	—
	Summen	147956,85	46610,80	100816,05	44215,82	—
	Das 11. Alignement iſt 28500m weſtlich von Peluſium.					

Auf dieſer Trace ſind beſonders da Querprofile aufgenommen worden, wo das Terrain ſich wellenförmig zeigte, und es wurden die dahin zielenden Meſſungen oft bis zu 4000m von jeder Seite der Kanallinie ausgedehnt, um daraus die Stellen kennen zu lernen, die für die Ausgrabung die günſtigſten ſein möchten. Durch dieſe Unterſuchungen fand man dasjenige Längenprofil des Kanals, welches in Betreff der Oekonomie das möglich vortheilhafteſte und auf Blatt **115** dargeſtellt iſt.

Dieſer direkte Durchbruch der Landenge von Suez hat mehrfache Vortheile vor den indirekten Linien,

Digitized by Google

welche man in Vorſchlag gebracht hat. Vor allem iſt die Länge in Betracht zu ziehen, welche nur 147 Kilometer (19¹/₂ öſterr. M.) beträgt während der Kanal nach Lepère, Talabot und Barrault eine Ausdehnung von 400 Kilom. (52¹/₄ öſterr. M.) erhalten haben würde. Für den Seehandel iſt der Nutzen eines die beiden Meere ohne eine einzige Schleuſe verbindenden Kanals von der größten Bedeutung, und allen allgemeinen Intereſſen wird dadurch vollkommen Rechnung getragen. Die Ausführung iſt bei weitem weniger koſtſpielig und es kann die Geſellſchaft, welche die Durchbrechung des Iſthmus unternimmt, ihre darauf angewendeten Kapitalien ſehr vortheilhaft anlegen, wenn man berückſichtigt, daß die ganze Schifffahrt nach Aſien, welche jetzt von Europa aus das Kap der guten Hoffnung umfahren muß, ihren Weg durch den neuen Kanal nehmen und in Hinſicht auf den ihr dadurch erwachſenden Gewinn gern eine Abgabe entrichten wird, welche die Intereſſen der Bau- und Unterhaltungsſummen reichlich zu decken im Stande iſt, und zwar um ſo mehr, als man mit Gewißheit vorausſagen kann, daß die an und für ſich ſchon bedeutende Handelsverbindung zwiſchen Aſien und Europa gerade durch den Kanal von Suez einer noch größeren Entwicklung entgegengehen muß.

Es kann übrigens nicht unerwähnt bleiben, daß Herr v. Negrelli, eines der oben angeführten Mitglieder der internazionalen Kommiſſion, dieſe Idee der direkten Verbindung bereits im Jahre 1847 auffaßte und die Behauptung aufſtellte, „daß jede andere Löſung des großen Problems der Lage und den Umſtänden nicht angemeſſen wäre, ja daß jede durch das Land Aegypten quer durchziehende Verbindung der beiden Meere, abgeſehen von den faſt unüberſteiglichen Schwierigkeiten beim Nilübergang, ſo wie von der unnöthigen Länge und Beſchaffenheit des Kanals und den vielen unumgänglichen Schleuſen, wie auch endlich von der Unzulanglichkeit des Hafens von Alexandrien, darum zurückgewieſen werden müßte, weil durch dieſelbe das ganze hydrauliſche Syſtem Aegyptens und mit dieſem Aegyptens Leben zerſtört, ja völlig vernichtet würde.“ Durchdrungen von dieſer wahrhaft richtigen Anſchauung der obwaltenden Verhältniſſe verbot der Vicekönig von Aegypten jede andere als die direkte Verbindung der beiden Meere, und es hatten alſo die Ingenieure dieſes Fürſten auch nur die Trace zu beſtimmen, welche unmittelbar zu dieſem Ziele führt und welche auch von der internazionalen Kommiſſion als die zweckmäßigſte anerkannt wurde.

Was nun die Konſtrukzion des Kanals ſelbſt betrifft, ſo hatten die ägyptiſchen Ingenieure zwiſchen zwei verſchiedenen Anlagen zu wählen, und zwar zwiſchen einem Kanal mit Scheitelſtrecke und Speiſung aus dem Nil, und zwiſchen einem ohne Scheitelſtrecke und mit oder ohne Schutzſchleuſen an den beiden Mündungen. Sie wählten die letztere Art der Verbindung der beiden Meere, und die Kommiſſion fand bei ihrer Unterſuchung, daß dieſe Wahl die richtige war. Bei Anlage eines Kanals mit einer Scheitelſtrecke würden allerdings bedeutende Koſten für die Erdarbeiten erſpart worden ſein, denn der kubiſche Inhalt der Ausgrabungen wäre ein viel geringerer geweſen als bei einem Kanal, deſſen Waſſerſtand mit dem der Meere gleich iſt; dagegen würden die Ausgaben für die Eindämmung des Kanals durch den See Manzaleh und an den Bitterſeen, die man hätte umgehen müſſen, dann die Anlage von Schleuſen auf jedem Abhange jene Erſparniſſe bedeutend vermindert haben, und wenn die alsdann noch verbleibenden Erſparniſſe auch wirklich von der Bedeutung wären, daß ſie für einen Kanal mit Scheitelſtrecke ſprächen, ſo ſind doch andere gewichtige Gründe vorhanden, welche die Anlage eines ſolchen nicht zulaſſen. In der That würde durch die Speiſung des Kanals mit Nilwaſſer demſelben alljährlich eine Schlammmaſſe von 784000 Kubikmetern zugeführt werden, wenn man annimmt, daß jährlich 6000 Schiffe den Kanal nach jeder Richtung befahren und daß an jedem Ende des Kanals zwei Schleuſen von 2m50 Gefälle liegen. Die Ausbaggerung dieſer Schlammmaſſe würde eine jährliche Ausgabe von mindeſtens einer Million Franes erheiſcht und die permanente Erhaltung von 10 — 12 Baggermaſchinen auf dem Kanal nothwendig gemacht haben. Ferner hätte man für die angeführten Eindeichungen des Kanals zum größten Theil nur Sand gehabt, und wenn ſich ſolche auch aus dieſem Material hätten herſtellen laſſen, ſo würden ſie doch nicht die gehörige Sicherheit gegen ihre Beſchädigung durch die geringſten Veränderungen des Waſſerſtandes im Kanal und gegen die böſen Abſichten der Menſchen, ſo wie gegen die Verwüſtungen der vielen Thiere des Iſthmus geboten haben; ihre Beaufſichtigung wäre mit bedeutenden Koſten verbunden geweſen, und da jeder Moment einen auf die eine oder die andere Weiſe bewirkten Durchbruch herbeiführen könnte, ſo

Digitized by Google

müßte man eine Deichwache organisiren, wie diejenige an der Etsch ist, wenn deren Hochwasser anfangen gefährlich zu werden; eine Einrichtung, wie sie wohl in diesem Lande, nicht aber in der Wüste des Isthmus von Suez möglich ist. Auch die Ausführung der Deiche im See Manzaleh hätte beinahe unübersteigliche Hindernisse herbeigeführt, und am Ende wäre der Kanal, wenn alle genannten Schwierigkeiten zu besiegen gewesen wären, doch nur ein Schleusenkanal mit allen demselben beiwohnenden Unannehmlichkeiten gewesen.

Nachdem es festgestellt war, daß der direkte Kanal vom Meerwasser gespeist werden muß, erhob sich die Frage, ob man an seinen Mündungen bei Suez und Pelusium Schleusen anlegen, oder der Schifffahrt einen von der Hand des Menschen gegrabenen Bosphorus bieten sollte. Beide Systeme haben ihre Vortheile und ihre Nachtheile, doch sind die Nachtheile des ersteren, das von den ägyptischen Ingenieuren angenommen wurde, nach den Beurtheilungen der internazionalen Kommission so überwiegender Art, daß man sich für die Anlage eines schleusenfreien Kanals zwischen den beiden Meeren aussprach, deren Wasserspiegel in gleicher Höhe liegen, wie es jetzt konstatirt ist. Es entstand jedoch die Frage, ob ein nicht geschlossener Kanal auch die nothwendigen Bürgschaften seiner Erhaltung bietet und ob der zwischen beiden Meeren sich bildende Strom nicht eine Ursache der Zerstörung seiner Ufer werden dürfte. Wenn in der Bodengestaltung selbst ein einfaches und vollkommen wirksames Mittel läge, um jeder nachtheiligen Wirkung der einströmenden Gewässer entgegenzutreten, so wäre dies ein unberechenbarer Vortheil, welcher die Weglassung der Schleusen zur Folge hat. Dieses Mittel glaubt man in den Bitterseen gefunden zu haben, welche nur etwa 3 geogr. M. von Suez entfernt liegen. Das Wasser des rothen Meeres kann unter Beobachtung der nöthigen Vorsichtsmaßregeln dahin geleitet werden, und sind diese eine Oberfläche von 330 Millionen Quadratmeter einnehmenden Seen einmal damit gefüllt, so wird sich ein konstantes Niveau herstellen und es wird hier die Kraft der Strömung gebrochen werden, welche südlich der Seen in dem durch Thon gegrabenen Theil stärker, nach Norden zu aber in dem durch Sand geführten Kanal schwächer sein wird.

Gegen diese Anordnung wurden mehrere Einwände erhoben. Die Bitterseen, sagte man, welche mit den Gewässern des arabischen Meerbusens erfüllt werden, bilden dann ein Binnenmeer, auf welchem die Wellen noch eine sehr große Stärke erreichen, so daß die Durchfahrt für die Schiffe in stürmischen Zeiten mit Mühe verbunden sein würde; auch wird auf diesen Seen der Treidelzug der Schiffe unterbrochen, welcher doch so viel als möglich auf den Ufern des Kanals ohne Unterbrechung stattfinden sollte. Diese Uebelstände wären wohl durch die Aufführung zweier den Kanal einschließenden Dämme zu beseitigen, deren Bau nicht so kostspielig sein würde als man vielleicht glaubt, und man könnte sie mit Steinen vom Berge Attaka, der nicht weit davon entfernt ist, und mit denen der Bank von Suez bekleiden, welche eine Mächtigkeit von 3m50 bei einer Breite von 100m0 hat und einen unerschöpflichen Steinbruch abgibt.

Auch wurden Befürchtungen laut über die Art und Weise, mit der man die Seen durch das Meerwasser auszufüllen beabsichtigt; man besorgte, daß die Geschwindigkeit des Wassers den Kanal beim Hineinströmen zerstören und Einstürze veranlassen würde, welche sein Bett ausfüllen müßten. Bei den Dimensionen, welche man dem Kanal gibt, hat er nicht den Gleichgewichtsquerschnitt der Flüsse, und es ist zu befürchten, daß er die Böschung der natürlichen Wasserläufe annimmt. Da man endlich, wenn man auf die Schleusen verzichtet, sich vor den Wirkungen der Strömungen zwischen dem rothen Meere und den Bitterseen verwahren und diese Strecke des Kanals mit einer Verkleidung von trocknem Mauerwerk versehen muß, so besorgt man, daß dieses Mauerwerk dem Kupferbeschlag der Schiffe nachtheilig werden könnte.

Dies sind die hauptsächlichsten Einwände, welche man gegen den Kanal ohne Schleusen erhob. Es wurde darauf erwidert, daß die Gefahren der Stürme auf diesem Binnenmeere übertrieben und daß die Wogen auf demselben bei der geringen Tiefe nur schwach seien. Die Fahrten nach Suez werden durch die permanenten Nordwinde, und die nach dem Südhafen durch die Permanenz der Südströmungen begünstigt. Uebrigens sind die Stürme auf dem Isthmus sehr selten und von geringer Dauer, und sie dürften daher auf den Bitterseen eben so wenig zu fürchten sein als auf der Rhede von Suez, wo sie den Schiffen durchaus nicht gefährlich sind. Die Anlage von Dämmen durch die Seen würde daher von keinem Nutzen sein. Zur Bezeichnung des Kanalbettes brauchten nur Bojen gelegt zu werden. Sollte indessen eine Dammführung in der Folge doch für noth-

Digitized by Google

wendig erachtet werden, so müßte man den Kanal so durch die Seen führen, daß es leicht wäre, nicht zwei, sondern nur einen Damm anzulegen, welcher das Fahrwasser vor den West- und Nordweststürmen beschützte, und es müßte dann derselbe mehr gegen die östliche Seite der Seen gelegt werden. Die vermeintlichen Schwierigkeiten der Einführung des Meerwassers in die Bitterseen sind von keinem Belang; man würde zuvörderst einen Kanal von geringem Querschnitt anlegen und ihn dann später bis zu jenen Dimensionen verbreitern, die man ihm sichern will. Die Schwelle von Suez, aus Thon bestehend, bildet ein natürliches Wehr, durch das man den Einfluß des Meerwassers in die Bitterseen nach Belieben reguliren und die Verbreitung ohne Schwierigkeiten bewirken kann. Die Beschädigung der kupfernen Beschläge der Schiffe wäre allerdings ein großer Uebelstand, der aber bei der Breite des Kanals von 80^{m}0 nicht leicht eintreten könnte, da zwei sich begegnende Schiffe Raum genug haben und die Ufer nicht zu berühren brauchen; auch werden steinerne Ufer nur auf einen Theil des ganzen Kanalzuges gelegt werden, und es ist dieser Theil mit einer Breite von 110^{m}0 angenommen worden, um den erhobenen Einwand ganz zu beseitigen.

Der Anfang des Kanals bei Suez wird daher ganz frei sein, eben so die Mündung auf der andern Seite des Isthmus in der Bai von Pelusium. Die Breite dieser Kanalstrecke zwischen dem arabischen Meerbusen und den Bitterseen wird am Wasserspiegel 100^{m}0 betragen und es werden an allen den Stellen, wo Sand und Thon nicht gehörigen Widerstand gegen die Strömung leisten können, Steinufer errichtet. Nach den angestellten Berechnungen beträgt die größte Geschwindigkeit des Wassers an der Kanalsohle in den außerordentlich selten vorkommenden Fällen, wo ein Südsturm mit der größten Aequinorialtiede zusammenträfe, 1^{m}01 pro Sekunde, wenn der Kanal von einem Meere zum andern ununterbrochen ist, 1^{m}16 aber auf der aus Thonboden bestehenden Strecke südlich der Salzseen, wenn der Kanal durch die Bitterseen unterbrochen wird, und endlich nur 0^{m}35 in dem Theile des Kanals, der nördlich der Seen sich durch Sand hinzieht.

Die Breite des Kanals ist darum auf 80^{m}0 festgesetzt, daß sich nicht bloß zwei Reihen in entgegengesetzter Richtung fahrenden Schiffe bequem ausweichen, sondern daß auch noch Raum für ein drittes Schiff übrig bleibt, das aus irgend einem Grunde im Kanal sich aufhalten müßte, und daß überhaupt der Verkehr auf dieser Wasserstraße so bequem als möglich gemacht werde, denn die Anzahl der Schiffe, die sich in den ägyptischen Häfen bewegen, beträgt jetzt schon Tausende und wird nach Vollendung des Kanals jedenfalls bedeutender werden.

Von Strecke zu Strecke werden übrigens Ausweichplätze hergestellt werden. Natürliche Anlagen dieser Art bestehen in den Bitterseen, im Timsah und in einem Theile des Manzalehsees. Zwischen Suez und den Bitterseen sind solche nicht nothwendig, weil die Breite des Kanals dort bedeutender als auf den übrigen Strecken sein wird, wie aus dem Obigen hervorgeht.

Die Tiefe des Kanals ist auf 8^{m}0 festgesetzt worden; sie ist ausreichend für die größten Handelsschiffe, welche jetzt zwischen Europa und den indischen Meeren ihre Reise zurücklegen, z. B. für Klippers von 3000 Tonnen. Sollte das spätere Bedürfniß eine größere Vertiefung erheischen, so ist dazu immer noch Zeit. Die Sohle des Kanals könnte übrigens ein sanftes Gefälle von Süden nach Norden erhalten, weil der Wasserstand der Bitterseen sich auf 0^{m}28 unter den mittlern Wasserstand des rothen Meeres, und auf 0^{m}40 über den des mittelländischen Meeres stellen wird.

Das Profil des Kanals ist auf Blatt **115** angegeben und ist von der Kommission so beibehalten wie es die ägyptischen Ingenieure projektirten. Die Ufer erhalten demnach eine zweifüßige Böschung mit einem 2^{m}0 breiten Banquet in der Höhe von 1^{m}0 über dem Wasserspiegel; derselbe wird mit einem Steinbewurf nach der ganzen Länge des Kanals versehen, der unten eine Stärke von 1^{m}0 und oben von 0^{m}50 haben soll. Er wird aus kleinem Material hergestellt und dient zum Schutz der Ufer gegen Wellenschlag. —

Wir gelangen jetzt zu dem schwierigsten Theile des Kanalentwurfes, nämlich zu den beiden Mündungen am rothen und am mittelländischen Meere. In Betreff des Hafens von Suez, welcher die wenigsten Arbeiten von beiden Häfen erfordert, ist zu bemerken, daß die Kommission die Richtung des Hafenkanals in dem Golf von Suez und zwar im Osten der Rhede anerkannte, denn die Trace gegen Osten ist kürzer und weniger kostspielig. Der nordwestlich und südwestlich gerichtete Hafenkanal ist vor der hohen See geschützt und die Schiffe können bei den herrschenden nordnordwestlichen

Digitized by Google

Winden mit Segeln ein- und auslaufen. Im Ganzen genommen fand die Kommiſſion den Entwurf der ägyptiſchen Ingenieure unverwerflich und nur einzelne Modifikazionen wurden für nothwendig erachtet. Das Reſultat der darüber gepflogenen Berathungen war der Beſchluß, das Fahrwaſſer bis zur Tiefe von 6m0 einzudämmen und es durch eine Ausbaggerung von 500m0 in die See hinein mit jenem Theil der Rhede zu verbinden, welche eine natürliche Waſſertiefe von 8 bis 9m0 beſitzt. Der weſtliche Hafendamm ſoll eine Länge von 1800m, der öſtliche eine ſolche von 2000m0 erhalten; das eingedämmte Fahrwaſſer wird 300m0 breit; die Krone der Hafendämme wird ſich 3m64 über den Quai von Suez erheben; der weſtliche Molo hat am Fuße eine Breite von 7m8 und an der Krone eine Breite von 6m0; er wird auf eine Betonſchicht von 1m0 Stärke gelegt, die auf einem auf jeder Seite 1m0 vorſpringenden Fundament von eingeworfenen Bruchſteinen eingeſchnitten iſt; dieſes Fundament ſelbſt aber erhält eine zweifüßige äußere und eine einfüßige innere Böſchung. Für den öſtlichen Molo ſind die Dimenſionen ſchwächer gegriffen, denn die Mauer hat eine Krone von 4m0 und ruht mit ihrer 5m0 breiten Baſis auf dem 7m0 breiten Fundamente, das dieſelben Böſchungen hat wie beim vorigen Hafendamme. Das Haupt des weſtlichen Molo's wird 25m0 lang und 12m0 breit, das des öſtlichen erhält 20m0 Länge und 10m0 Breite; beide erheben ſich 2m0 über die Krone der Hafendämme.

Außer dieſen Arbeiten hat die Kommiſſion noch einen Binnenhafen beantragt, deſſen Anlage ſich an einem Orte rechtfertigt, wo Tauſende von Schiffen zuſammentreffen. Es ſoll zu dieſem Zweck vor dem gegenwärtigen Quai von Suez ein mit Quais eingefaßtes Baſſin gegraben werden, das vorläufig eine Länge von 800m0 bei einer Breite von 200m0 und einen Quai von 800m0 erhalten würde, bis das Bedürfniß in der Folge eine Vergrößerung nothwendig macht. Dieſe Quaimauer ſoll eine Baſis von 2m0 Breite und eine Krone von 1m0 haben, die mit dem jetzigen Quai im Niveau liegt.

Die Steine zu dieſen Bauten werden in den Brüchen des in der Gegend von Suez gelegenen aus dichtem Kalkſtein beſtehenden Berges Attaka, für gewiſſe Theile derſelben aber in den Sandſteinbrüchen von M' Salem auf der andern Seite der Rhede in Aſien gewonnen werden. Beide Steinarten ſind von ſehr feſter Beſchaffenheit und namentlich ſcheint der Stein von Attaka zu jenen Formazionen zu gehören, welche bei Kairo an dem rechten Ufer des Nils die Steine zu den Pyramiden lieferten. —

Wir gehen nun zu der andern Mündung des Kanals am mittelländiſchen Meere über. Es wurde bereits erwähnt, daß die internazionale Kommiſſion dieſe Mündung 28500m0 weſtlicher legte, als es in dem Entwurf der ägyptiſchen Ingenieure angenommen war, und zwar aus nachfolgenden Gründen, die wir hier um ſo lieber im Detail anführen, da ſie zur Kenntniß jener Gegend beitragen, die bisher noch ſehr unbekannt war.

Der Golf von Peluſium erſtreckt ſich von der Landſpitze von Damiette öſtlich bis zum Kap Kaſius und hat eine 75 Meilen weite gegen Nordnordoſt gerichtete Oeffnung bei 14 Meilen Tiefe. Man kann ihn in die beiden Buſen von Dibeh gegen Weſten und Peluſium gegen Oſten theilen, welche durch einen ſchwachen Vorſprung des Landes ins Meer getrennt ſind. Im ganzen Golfe beſteht der Strand aus feinem grauen Sande ohne alle ſchlammige Beimiſchung und bildet einen ſchmalen Streifen oder Lido, welcher eine Breite von beiläufig 100 bis 150m0 hat und ſich im Allgemeinen nicht mehr als 1m0 oder 1m5 über das Meer erhebt, über welche Höhe jedoch die Meereswellen in gewöhnlichen Zeiten ſich nicht ausbreiten, da ſolche hier wegen des flachen Meergrundes zu unbedeutend ſind. Hinter dieſer Landzunge, welche bei ſtürmiſcher Witterung an einigen Punkten vom Meerwaſſer überſchritten wird, dehnt ſich in öſtlicher Richtung gegen Kap Kaſius hin eine Kette von Dünen aus, auf denen einige Pflanzen wachſen und dann als feſte Dünen betrachtet werden können; in der Mitte rings um die Ruinen von Peluſium lagert der ſchlammige Boden des entwäſſerten Theils des Menzalehſees, und weſtlich davon zieht ſich der Menzalehſee auf 10 bis 12 Stunden nach Damiette hin. Dieſer See iſt zum Theil mit Meereswaſſer erfüllt, welches durch die Boghaz und manchmal über den Lido eindringt. Die Boghaz ſind natürliche Durchſtiche des Strandes, welche von den ehemaligen Nilmündungen gebildet wurden und durch welche bei Hochgewäſſern des Fluſſes das Waſſer aus dem See in das Meer abſtrömt. Das Schwanken der Gewäſſer des Meeres und des Sees, deren Niveaux weſentlich verſchieden ſind, erzeugt in dieſen Oeffnungen ſehr leb-

Digitized by Google

hafte alternative Strömungen, durch welche sie auch erhalten werden. Gehen wir von Osten nach Westen, so finden wir folgende Durchstiche:

1. die Mündung des ehemaligen pelusischen Armes, welche auch nach dem alten zerstörten an diesem Arme liegenden Fort die Tinehmündung genannt wird;

2. die Mündung des alten tanitischen oder saïdischen Armes, welche jetzt Om Faredschöffnung heißt und in der Nähe des Thurmes gl. N. liegt, welcher während des ägyptischen Feldzuges hier von den Franzosen erbaut wurde;

3. Die Gemelehöffnung, durch welche der Menzalehsee mit dem Meere in Verbindung steht. Bei einer Breite von 385m0 ist ihre Tiefe, welche bei niedrigem Wasserstande etwa 1m0 beträgt, veränderlich. Diese Oeffnung der Boghaz strebt sich zu vergrößern, sobald die weiter nach Westen gelegene Dibehmündung, welche der alte mendesische Arm ist, versandet wird.

Die Landspitze von Damiette verlandet sich immer mehr, während man am Kap Kasius deutliche Spuren des Abbruches bemerkt, und ähnliche Angriffe erleidet das vorspringende Ufer zwische n den Baien von Dibeh und Pelusium. Die Erdzunge ist an dieser Stelle sehr schmal und liegt auf einer Nilschlammablagerung, die sich in Menzaleh gebildet hat; die Erdzunge ist also zurückgetreten.

Der Strand bei Pelusium hat sich augenscheinlich seit 20 Jahehunderten nicht verändert, denn die Ruinen dieser Stadt liegen heutigen Tages eben so weit vom Meere entfernt als zur Zeit Strabo's, und die Schlammschichten des ausgewässerten Manzaleh sind nur duech einen schmalen Sandstreifen davon entfeent, dessen Breite sich nicht viel vermehrt haben kann, da sie nur 100 bis 150m0 beträgt. Von wesentlichen Veränderungen in Form und Lage des pelusischen Ufers seit dem Alterthume kann also keine Rede sein, und jene Verlandungen und Abbrüche, welche an einigen Punkten stattfinden, sind lokalen Ursachen beizumessen, deren Jahehundert lange Wirkungen aber für nichts zu rechnen sind, und es kann daher das Meeresufer von Damiette bis zum Kap Kasius als ein unbewegliches betrachtet werden.

Zwei Drittheile des Jahres hindurch wehen hier Westnordwestwinde und besonders im Winter sind sie herrschend; sie sind die Winde, die sich zu Stürmen ausbilden, von denen sonst die ägyptischen Küsten selten zu leiden haben. Nordnordwestwinde wehen dagegen bei weitem nicht so oft, auch haben sie eine geringere Heftigkeit, doch werden sie im pelusischen Busen gefürchtet, weil sie diesen vollständig bestreichen. Ostwinde gibt es äußerst selten und stets schwache, und was die Südwinde betrifft, so äußern sie ebenfalls selten eine Heftigkeit, wären außerdem auch nicht einmal gefährlich, da sie Landwinde sind. In der schönen Jahreszeit und besonders im Sommer finden die Moegen- und Abendbrisen statt und wehen aus Südost und Nordost oder aus Südwest und Nordwest, je nachdem der herrschende Wind aus Osten oder Westen kommt. Die Permanenz dieser abwechselnden Land- und Seebrisen, welche während des Tages aus Norden, des Nachts aus Süden wehen, erleichtert das Ein- und Auslaufen der Schiffe, welche den Kanal befahren.

Die Strömungen im Golf von Pelusium haben nur eine geringe Stärke und verändern sich mit dem Winde und der hohen See. Bei ruhigem Meere und sehr schwachem Winde folgt die Strömung der Richtung von Ostnordost nach Westsüdwest, und ihre Geschwindigkeit beträgt pro Tag beiläufig 2 Meilen. Im Norden des Golfes bemerkt man eine stärkere Strömung, was man aus dem Curs schließen kann, welchen die von Alexandrien nach der syrischen Küste segelnden Schiffe zu nehmen haben. Die Abtrift führt sie nach Süden, selbst wenn kein Seewind herrscht, und um nach Beirut und Alexandrette zu gelangen, steuern sie um beiläufig ein Viertheil nördlich von der direkten Straße. Fahren sie nach Jaffa, so erfahren sie in derselben Richtung wiederum eine Abtrift, die aber viel geringer ist.

Die Hauptströmung des mittelländischen Meeres, welche die Küsten, gegen das Meer gesehen, von links nach rechts bestreicht, dringt in den pelusischen Meerbusen nicht ein; sie wird durch die Lage bei Alexandrien und durch die süßen Gewässer des Nils nach dem offenen Meere abgelenkt, und nur an den vorgeschobenen Kaps ist sie bemerkbar, wo sie in der Sekunde höchstens 2 bis 4 Decimeter beträgt.

Es gibt also im Golf von Pelusium bei gutem Wetter nur sehr schwache außerordentlich unregelmäßige Strömungen; bei stürmischem Meere aber und wenn dasselbe durch die starken und anhaltenden Nordwinde in Aufruhr gebracht wird, rückt die Strömung dem Eingange des Golfs näher und drängt daein Wassermassen zusammen, welche in der Richtung des wehenden Windes längs dem Strande hin fließen. Diese zufällige

Digitized by Google

Littoralſtrömung, welche den Sand fortführt, den die Wogen vom Boden des Meeres losgeriſſen, fließt alſo bald nach Weſten und bald nach Oſten, je nachdem der Wind geht, und folglich meiſtens nach Oſten.

Nach den ſeit 1846 ausgeführten 8 Nivellements des Iſthmus liegt der gewöhnliche mittlere Waſſerſtand im Golf von Peluſium 2^m32 unter dem Marqueur an dem Quai von Suez und folglich 2^m68 unter dem gewöhnlichen mittlern Waſſerſtande des rothen Meeres. Nach den Beobachtungen der Ebbe und Fluth zu Tineh im Jahre 1847 und zu Alexandrien im Jahre 1856 erhebt ſich der mittlere Waſſerſtand des mittelländiſchen Meeres über das Geſtade Aegyptens um 0^m34 bei einem Nordſturm, und ſenkt ſich um 0^m32, und im Durchſchnitt um 0^m09 beim erſten und letzten Mondviertel und um 0^m18 während der Syzygien.

Was nun den Boden des Meeres betrifft, ſo iſt derſelbe folgendermaßen beſchaffen. Bei Peluſium, da wo die ägyptiſchen Ingenieure die Ausmündung des Kanals projektirt hatten, findet man erſt in einer Entfernung von 7500^m vom Ufer eine Waſſertiefe von 8^m0, denn es iſt dort der tiefſte Punkt der Konkave. Nach Maßgabe aber als man nach Weſten vorrückt, nähert ſich dieſe Tiefe von 8^m0 mehr und mehr dem Lido. Die Neigung des Meerbodens iſt übrigens überall ſehr ſchwach und regelmäßig; das größte Gefälle aber zeigt ſich beiläufig 18 Kilometer nordweſtlich von Om Faredſch, denn hier iſt die Waſſertiefe von 8^m0 nur 2300^m vom Strande entfernt; weiter nach Weſten gegen die Gemelehöffnung bleiben die Niveaulinien auf eine Strecke von 20 Kilometer Länge ziemlich in derſelben Entfernung vom Lande.

Dieſe Thatſachen beſtimmten die Kommiſſion, die Ausmündung des Kanals nach jener vorſpringenden Küſte zu verlegen, in deren Höhe das alte Saïd lag, und es ſind hier die Anſchwemmungen am wenigſten zu fürchten, wie auch die Spuren des Uferabbruches am deutlichſten beweiſen. Zur Erinnerung an das alte Saïs und zur Ehre des gegenwärtigen Beherrſchers von Aegypten nannten ſie den an dieſer Stelle anzulegenden Hafen Saïdhafen. In einer Entfernung von 3000^m findet man hier eine Waſſertiefe von 10^m0.

Die Anſchwemmungen an dieſer Küſte des mittelländiſchen Meeres war der wichtigſte Gegenſtand der Unterſuchungen der Kommiſſion, denn ſie bedrohen alle Bauten, die man hier auszuführen beabſichtigt. Thatſache iſt es, daß man an dem Ufer keine Spur von Schlamm findet und daß der Sand daſelbſt eben ſo rein als fein iſt. Erſt da, wo die Waſſertiefe 8 bis 9^m0 erreicht, beginnt der Schlamm; man muß aber bis zu einer Tiefe von 10^m0 gehen, um den reinen Schlamm zu finden, der ſich dann bis in die größten Tiefen des mittelländiſchen Meeres erſtreckt. Trifft man bei geringern Waſſertiefen auf einige Schlammſtellen, ſo ſind ſolche ohne Bedeutung, denn ſie ſind nur oberflächlich und von neuer Entſtehung, verſchwinden auch wieder nach jedem Nordſturme.

Da die im Bereich des Sandes ſchon ſchwache Neigung in dem des Schlammes noch geringer iſt, ſo werden die ſtarken Wellen der hohen See nach und nach ſchwächer und kleiner, woraus es ſich erklärt, daß die Wellen bei der Annäherung ans Land nur eine Höhe von 2^m0 haben. Dieſer Umſtand iſt günſtig für die Sicherheit des Ankergrundes und bietet eine Garantie für die Standfeſtigkeit der Bauten behufs einer Hafenanlage.

Eine zweite nicht minder ausgemachte Thatſache iſt die, daß der Nil wie alle großen Flüſſe, welche gegen ihre Mündung hin beinahe gar kein Gefälle mehr haben, dem Meere viel Schlamm und ſehr wenig Sand zuführt, und wenn der Sand am Geſtade, auf den Bänken und den mit der Waſſerfläche gleich hohen Ufern rein da liegt, ſo iſt dies eine Folge des Wellenſchlages, der den Sand vom Schlamme reinigt und den letztern mit fortführt, während der Sand wegen ſeiner größern Schwere liegen bleibt. Die Nilalluvionen haben auf ſolche Art im Verlaufe der Zeiten in dem Golf von Peluſium eine Zone feinen Sandes gebildet, der an dem Strande beginnt, bei einer Waſſertiefe von 8 bis 9^m0 aufhört und auf einer unbeſtimmten Ablagerung von Schlamm liegt. Es bilden demnach eine Zone von 2 bis 3000^m0 und 4 bis 5^m0 Mächtigkeit, ein unbedeutender Strand und einige rückwärts zerſtreut liegende Dünen die ganze Sandmaſſe, welche der Nil ſeit den älteſten Zeiten, wo er den Littoralſtreifen überſetzte, zum Meere abgeführt hat. Die Sandablagerungen im Golf von Peluſium ſind alſo in der That ſo alt als der Nil, und die ſeit Jahrhunderten ſtattgehabte Zunahme derſelben iſt augenſcheinlich als Null zu betrachten. Da die Schlammniederſchläge, ſo bedeutend ſie auch übrigens ſeien, beſtändig außerhalb der Sandzone fallen, ſo kann die Landzunge an der Küſte, welche allein von einem neuen Sandzufluß angeſchwemmt werden könnte, in ihrer Geſammtheit

Digitized by Google

als unbeweglich angeſehen werden. Die neuen Sinkſtoffe, welche der Nil herbeiführt, lagern ſich kaum an der Mündung ab, deren Vorſprung in das Meer ſie jährlich um 3 bis 4m0 verlängern. An allen andern Punkten laſſen ſie den Strand unberührt und ſetzen ſich dort nicht feſt.

Hiermit wurde dem einzigen Einwande begegnet, den man gegen die Ausführung eines direkten Kanals erhoben hatte; die Einſchneidung deſſelben in den unbeweglichen Strand des Golfs von Peluſium iſt keineswegs eine Unmöglichkeit und erſcheint als ein leichteres Werk als das des Hafens von Malamocco bei Venedig, das unter viel ungünſtigern Bedingungen und zu einem viel geringern Zwecke angelegt wurde.

Die Kommiſſion verlegte alſo die Ausmündung des Kanals um 28½ Kilometer weiter nach Weſten, weil die Küſte dort den herrſchenden Winden weniger ausgeſetzt iſt, weil der Meeresboden einen größeru Fall hat und weiter gegen die offene See vorgeſchoben iſt. Der Kanal ſelbſt wird dadurch freilich um beiläufig 7000m0 länger, was aber gegen die Vortheile, die mit der neuen Lage der Ausmündung verbunden ſind, und zu welchen auch eine Verminderung der veranſchlagten Koſten gehört, nicht in Betracht kommen kann.

Obgleich die ägyptiſchen Verfaſſer des Kanalprojektes an der Ausmündung des Kanals bei Peluſium eine durch einen Wellenbrecher geſchützte Rhede angenommen hatten, ſo haben doch die Unterſuchungen und Berathungen der Kommiſſion ergeben, daß eine ſolche nicht nothwendig iſt, und daß der Saïdhafen ganz ſo wie der in Suez offen ſein kann, oder mit andern Worten, daß der Kanal bei Saïd ohne jedes andere Bauwerk mit ſeinen parallelen Dämmen frei ins Meer hinausgeht, daß ihm jedoch zwiſchen den letztern eine Breite von 400m0 gegeben wird, was offenbar für eine Hafenſtraße hinreicht, welche zugleich als Hafen zu betrachten iſt, in welchem die Schiffe vor Anker gehen können, ohne die Molo's zu berühren.

Der weſtliche Hafendamm wird eine Länge von 3500m0 erhalten, um eine Waſſertiefe von 10m0 zu erreichen; der öſtliche Damm wird nur bis zu einer Tiefe von 8m50 vorgeſchoben und erhält eine Länge von 2500m0. Ihre Richtung iſt von S.-W. ¼ S. nach N.-O. ¼ N., und das äußerſte Ende des einem wird eine leichte Krümmung erhalten, ſo daß die Tangente der beiden Dammköpfe genau die Richtung von S.-S.-W. nach N.-N.-O. einnimmt und daß die Entfernung zwiſchen dieſen zwei Häuptern 1000m0 beträgt.

Auf dieſe Art wird eine bedeckte Rhede oder ein Vorhafen von 40 Hektaren (à 2780□ Klafter) Oberfläche geſchaffen, der vor den an dieſer Küſte herrſchenden Nordweſtwinden und damit herbeigeführten Stürmen vollſtändig geſichert iſt. Die Schiffe könenen zu jeder Zeit einlaufen, wo mit die weſentlichſte Bedingung erfüllt wird. An dieſen Vorhafen ſchließt ſich wie eine innere Rhede die zwiſchen den Dämmen eingeſchloſſene Hafenſtraße an, welche bei einer Breite von 400m0 eine Länge von 1800m0 und folglich eine Oberfläche von 72 Hektaren einnimmt.

So groß indeſſen auch der Vorhafen und die Hafenſtraße iſt, ſo reichen ſie doch für das Bedürfniß nicht aus. Die Anzahl der Schiffe, welche den Kanal befahren werden, wird ſehr groß ſein und ſie werden nicht nacheinander ankommen, obgleich die Ankunft derſelben 8 Monate des Jahres hindurch wegen der Beſtändigkeit der Nordwinde regelmäßig ſein ſollte, ſondern ſie werden bei günſtigem Winde flotillenweiſe einlaufen. Dann muß die Kanalgeſellſchaft auch ein ſchwimmendes Material, Remorqueurs, Bagger, Maſchinen u. ſ. w. vorräthig halten, und es iſt daher nothwendig, daß zwiſchen den Dämmen und dem eigentlichen Kanalanfange ein Baſſin angelegt wird, in welchem die Schiffe anhalten können. Es ſoll daſſelbe eine Länge von 800m0 bei einer gleichen Breite erhalten und es wird alſo deſſen Oberfläche 64 Hektaren betragen, ſo daß die ganze geſchützte Waſſerfläche 176 Hektaren einnimmt.

Die Hafendämme werden von natürlichen Steinblöcken hergeſtellt; das Fundament des weſtlichen Dammes erhält eine einfüßige innere und eine zweifüßige äußere Böſchung; der Dammkopf jedoch wird mit einer vierfüßigen Böſchung angelegt. Das Fundament des öſtlichen Dammes hat ebenfalls eine innere einfüßige, außerhalb aber im Durchſchnitt eine 2½füßige Böſchung. Die über den Fundamenten auf eine 1m0 ſtarke und in dieſelbe eingeſchnittene Betonſchicht geſetzten Mauern erhalten bei dem weſtlichen Damme eine Höhe von 2m50 über dem gewöhnlichen mittleren Waſſerſtande, eine Baſis von 8m0 und eine Krone von 6m0, weil 2m0 Breite für ein 3m0 hohes Parapet benützt werden, das an der Seeſeite über dieſer Mauer aufgeführt wird. Bei dem weſtlichen Damm erhält dieſelbe Mauer nur eine Baſis von 4m5 und eine Krone von 4m0 bei einer

Digitized by Google

Höhe von 2m5 über dem mittlern Wasserstande, jedoch kein Parapet.

Der westliche Dammkopf soll behufs der Anlage des Leuchtthurmes u. s. w. innerhalb des Parapets 50m0 lang und 20m0 breit sein und 4m50 über dem mittlern Wasserstande liegen, damit er vom Meere aus in weiter Entfernung sichtbar ist; der östliche Dammkopf dagegen erhält nur eine Länge von 20m0 und eine Breite von 10m0. Von 100 zu 100m0 sind an jedem Damme Anbindungspfähle aufgestellt. —

Der Binnenhafen des Timsahsees erfordert natürlich minder bedeutende Bauten als die Häfen von Suez und Saïd. Der Timsah hat einen Flächenraum von beiläufig 2000 Hektaren und bietet die Leichtigkeit zur Errichtung eines Hafens, der beinahe in der Mitte des ganzen Kanalzuges liegt. Der Boden des Sees liegt 4 bis 5m0 unter dem mittlern Wasserstande des Mittelmeeres. Bei bedeutenden Hochgewässern des Nils ergießt sich derselbe durch das Thal Tumilat bis zu dem Timsahsee. Diese günstigen Umstände machen ihn zu einem innern Hafen geeignet, wo die Schiffe sich verproviantiren, wo sie nach einer beschwerlichen Seefahrt ausgebessert werden können, und wo endlich der Anschluß der ägyptischen und folglich rein lokalen Flußschifffahrt an die Schifffahrt aus den indischen und chinesischen Gewässern stattfinden wird.

Vor allem sind hier Quais zur Erleichterung des Ein- und Ausladens zu erbauen, welche eine bedeutende Ausdehnung haben müssen, damit sich die Schiffe der Länge nach an sie anlegen können. Für den Anfang ist eine Länge von 1000m0 für genügend erachtet worden. Der wichtigste hier auszuführende Bau ist aber ein trocknes Dock, das bei dem höhern Wasserstande im Kanal des Tumilatthales leicht gefüllt und durch ein einfaches Schleusenthor geleert werden kann. Seine Länge muß mindestens 120m bei 25m0 Breite betragen, so daß zwei gewöhnliche Schiffe, deren Länge zusammen 120m0 nicht überschreitet, wenn sie die Bugspriets eingezogen haben, darin Raum finden.

Sonstige Anlagen an diesem Hafen, welche für die Schifffahrt erforderlich sind, werden durch das Bedürfniß hervorgerufen und demgemäß errichtet werden.

Der Verbindungs-, Schifffahrts- und Bewässerungskanal, welcher vom Nil abgeleitet werden soll, ist ein wesentlicher Theil des von den ägyptischen Ingenieuren aufgestellten Entwurfes, denn 1. ist eine Süßwasserleitung nothwendig zur Ausführung der Bauten an dem maritimen Kanal; 2. ist ein Schifffahrtskanal vom Nil aus von größtem Nutzen für Aegypten und für die Gesellschaft, da durch denselben eine große Länderstrecke befruchtet werden kann, und 3. wird durch ihn das ganze Land und dessen hydraulisches System mit der großen Wasserstraße an der Grenze Aegyptens zwischen Suez und Säïd in Verbindung gesetzt.

Die internazionale Kommission konnte diese Anlage im Principe nur billigen; sie ist übrigens ein Theil der Konzession, die der Vicekönig von Aegypten der europäischen Akziengesellschaft (Compagnie universelle) mit der Verpflichtung gemacht hat, zwei Zweigkanäle zur Bewässerung, den einen nach Norden, den andern nach Süden in paralleler Richtung mit dem Meereskanal abzuleiten.

Der Kanal soll einen solchen Querschnitt erhalten, daß alle auf dem Nil verkehrenden Barken und Dampfschiffe ihn befahren können, so daß man von allen Punkten Aegyptens den Timsahsee zu Wasser erreichen kann. Das Speisewasser dieses Kanals muß von so bedeutendem Volum sein, daß außer den Verlusten durch Verdünstung, Filtrazion und Schleusungen noch hinreichendes Wasser zur Bewässerung von 40000 Hektaren Landes im Winter und 60000 Hektaren im Sommer vorhanden ist. Der Wasserstand muß auf einer Höhe erhalten werden, welche die günstigste für die natürliche Bewässerung der ungeheuren Länderstrecken ist, die sich auf dem Isthmus befinden und jetzt aus Mangel an Wasser unfruchtbar sind, nachdem sie Jahrhunderte hindurch befruchtet waren.

Um diesen Bedingungen zu genügen, haben die Ingenieure des Vicekönigs die Einlaßschleuse in Kasr-el-Nil, etwas oberhalb Bulack an der Mündung des Kaligh-Safranieh und die Benützung des Kaligh bis zu dem Punkt vorgeschlagen, wo er sich nördlich von Kairo mit dem Kaligh-Manieh, dem ehemaligen Kanal des Trajan und Amru verbindet. Der Kanal Safranieh wurde von Mehemet Ali im Jahre 1837 bis zu Tel-el-Fudieh mit Dimensionen ausgeführt, welche denen des neuen Kanals beinahe gleich, von letzterem Ort hinaus bis Belbeis aber geringer sind. Der Verbindungskanal verläßt den Kaligh ungefähr in der Höhe von Abusabel, wo sich ehemals die medicinische Schule befand, und wendet sich nach N. O. bis Kasr-el-Wadi (das Haupt des Thales), dem Pithum der

Digitized by Google

Bibel, wo man noch Reste des alten Kanals findet, die man benützen kann. Hier beginnt das eigentliche Thal Tumilat, und es sind von hier aus nur wenige Ausgaben zur Vervollständigung der Linie bis zum Timsah erforderlich, da die Natur jene Einsattlung gebildet hat, welche die Gewässer des Nils so häufig nach dem See führen. Oberhalb der Schleuse, welche den Kanal mit dem See verbinden wird, werden die Bewässerungskanäle nach Suez und Saïd sich abzweigen. Der Kanal erhält eine Breite von 25m0 und eine Wassertiefe von 2m0 beim niedrigsten Wasserstande; die genannten Zweigkanäle werden auf dem ersten Drittheil ihres Laufes 20m, auf dem zweiten 15 und auf dem letzten 10m0 breit und sollen eine Wassertiefe von 1m60 erhalten. — So der Entwurf der ägyptischen Ingenieure.

Auf den ersten Blick könnte es zweckmäßiger erscheinen, lieber den Kanal von Zagazig zu benützen, welcher unmittelbar vor dieser Stadt, dem alten Bubastus, nach dem Haupt des Wadi abgeht. Die Führung des Kanals würde alsdann viel einfacher, denn er liefe von Westen nach Osten in beinahe gerader Linie von Zagazig zum Timsahsee, und um seine Speisung für alle Zeiten sicher zu stellen, müßte man die Sohle 2m0 unter den niedrigsten Wasserstand legen. Die Verfasser des Projektes erklärten aber, in Berücksichtigung der obwaltenden Verhältnisse und ihrer langjährigen Erfahrungen diesem System nicht beitreten zu können. Sie hielten es für unmöglich, einen Kanal in gutem Zustande zu erhalten, dessen Sohle unter dem niedrigsten Wasserstande liegt; selbst wenn man enorme Summen darauf verwenden wollte, würde man nicht sicher sein den Zweck zu erreichen. Bei allen Kanälen, die man unter den niedrigsten Wasserstand gegraben hat, und besonders bei denen am Saume der Wüste, dem Ghattat-Bey z. B., findet man beiläufig im Niveau dieses Wasserstandes eine Schicht fließenden Sandes wie zu Mesterud am Safraniehkanal. Dieser Umstand bietet eine ungeheure Schwierigkeit und eine Veranlassung zur Aufwendung von Kosten, von denen man sich gar keine Rechenschaft geben kann. Selbst wenn man keine bedeutende Tiefe, 0m50 z. B., unter dem niedrigsten Wasserstande erreichen will, hat man jährliche Räumungen zu befürchten, welche wahrhaft enorm sind. Bei dem Ghattat-Bey z. B. braucht man alljährlich 30 bis 40000 Menschen einen Monat hindurch, um den Wassereinlaß zu reinigen; bei dem Schibin sind zu gleichem Zweck deren 20 bis 30000, und 15 bis 20000 bei dem Scherkauisch nothwendig. Auf die Reinigung des Moëseskanals hat man gar ganz verzichtet. Um eine so außerordentliche Menge von Menschen den gewöhnlichen landwirthschaftlichen Arbeiten zu entziehen, muß eine absolute Nothwendigkeit vorhanden sein, denn man würde sonst dem Lande großen Schaden zufügen. Auch hat Mehemet-Ali die Barrage in der Absicht erbaut, daß sie mit Kanälen in Verhältniß stehen sollte, welche 2m0 über dem niedrigsten Wasserstande angelegt sind. Im Allgemeinen und nur mit Ausnahme sehr specieller Fälle hat man jetzt in Aegypten auf die Sesis-Kanäle, d. h. solche Kanäle, die unter dem Niveau des niedrigen Wassers liegen, Verzicht geleistet.

Wenn der Kanal zwei Meter unter dem niedrigsten Wasserstande hätte, was auf der ganzen proponirten Strecke nothwendig wäre, so würde, da Zagazig beiläufig 7m0 unter Suez liegt, die erste 34 Kilometer lange Kanalhaltung jährlich mit 225000 Kubikmeter Sand angefüllt werden. Rechnet man nun, daß ein Bagger täglich 500 Kubikmeter herausfördern kann, so braucht man zwei Monate hindurch 8 Bagger für die Räumung dieser Kanalstrecke, und wenn die Schifffahrt während dieser Zeit auch nicht unterbrochen wird, so würde sie doch mindestens sehr behindert sein. Vernachläßigt man aber zufällig diese unaufhörliche Sorgfalt, so weiß man es vom Mahmudieh, welche Hindernisse man dem Verkehr bereitet und mit welchen ungeheuren Kosten ein so versandeter Kanal zu räumen ist.

Die Ingenieure des Vicekönigs ließen noch andere Bedenken laut werden. Sie führten an, daß man die bestehenden Schleusen bedeutend vertiefen müßte, wenn man den Wassereinlaß bei Zagazig anlegen wollte. Auch müßten 7 Brücken zerstört werden, die über die erste Haltung gespannt sind und deren Sturzbetten alle im Niveau des niedrigsten Wasserstandes liegen; der gegenwärtige Kanal müßte ferner verbreitert und zwei Meter tiefer gelegt werden. Diese schon schwierigen und kostspieligen Veränderungen würden aber noch nicht die einzigen sein; man müßte eine Schöpfbuhne erbauen, um das Nilwasser gegen den Eingang des Kanals hinzuleiten, und man würde sich dann sehr gefährlicher Uferabbrüche aussetzen wie bei Benha, wo der Vorgänger des Vicekönigs, Abbas Pascha, durch Anlagen dieser Art das Wasser des Nils gegen sein Palais drücken wollte.

Digitized by Google

Außer diesen und noch andern Gründen, die wir hier aufzuzählen unterlassen, ist noch darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Hauptstadt Aegyptens, Kairo, welche eine Bevölkerung von 300000 Einwohnern zählt, mit dem Meerkanal nicht in direkte Verbindung treten würde, was nicht allein für diese Stadt, sondern für das ganze Land vom größtem Nachtheile wäre.

Die Kommission überzeugte sich von der Richtigkeit dieser Einwände und es wurde daher das Projekt der ägyptischen Ingenieure zur Anlage des Kanals zwischen Kairo und dem Timsahsee unverändert beibehalten. —

Wir beschließen unsere Relazion mit der Angabe der Kosten, welche zur Ausführung dieses großartigen Werkes erforderlich sein werden und verweisen den Leser, welcher sich mit den politischen, kommerziellen und staatsökonomischen Betrachtungen über die Kanalisirung des Isthmus von Suez bekannt machen will, auf das erste Heft des bei Brockhaus in Leipzig seit dem Anfange dieses Jahres erscheinenden Werkes „Unserer Zeit" in welchem ein ausführlicher Artikel über diesen wichtigen Gegenstand enthalten ist.

Die Berechnung der Kosten zur Ausführung der Kanalanlage auf dem Isthmus von Suez ist von Hrn. Mougel-Bey, einem der Ingenieure des Vicekönigs von Aegypten, mit der größten Sorgfalt ausgearbeitet worden, so daß die Kommission daran keinen Fehler irgend einer Art wahrnehmen konnte. Der genannte Ingenieur wohnt seit vielen Jahren in Aegypten und hat 20 Jahre hindurch die öffentlichen Bauten in diesem Lande geleitet, weßhalb seine Berechnungen auch das größte Vertrauen verdienen. Auf eine specielle Darstellung des Kostenanschlages können wir uns füglich nicht einlassen und führen aus demselben nur die Hauptsummen an.

I. Durchstechung des Kanals zwischen den beiden Meeren.		
Ausgrabungen im Trocknen	30208000 Fr.	
desgl. im Wasser	50177926 „	
Steinverkleidung der Ufer und Pflasterung der Banquets	3970912 „	
Befestigung der Dünen	300000 „	
Fähren	100000 „	
		85368838 Fr.
II. Der Verbindungskanal nach Kairo.		
Die Kosten im Ganzen berechnet auf		9000000 „
III. Der Hafen von Saïd.		
Landungsplätze und provisorischer Hafen	850000 Fr.	
Ausbaggerung des Hafens	4500000 „	
Steinwürfe für die Fundamente der Molo's	12019622 „	
Betonschicht darüber	552700 „	
Mauerwerk von Bruchstein	1940000 „	
Aeußeres Mauerwerk von Haustein	449231 „	
Parapet des westlichen Dammes	431130 „	
Quai's im Hafenbassin	316122 „	
		21059075 „
IV. Der Hafen von Timsah.		
Ausbaggerung des Hafens	1125000 Fr.	
Quai's	464120 „	
		1589120 „
V. Der Hafen von Suez.		
Ausbaggerung des Hafens und seiner Zugänge	4750000 Fr.	
Steinwürfe der Fundamente für die Dünen	1384393 „	
Betonschicht darüber	344200 „	
Bruchsteinmauerwerk	1335939 „	

Digitized by Google

	Uebertrag	117017033 Fr.
Bekleidung desselben von Hauſtein	362486 „	
Parapet des westlichen Dammes	39560 „	
Quai's des Hafenbaſſins	432984 „	
		8649562 Fr.

VI. Verſchiedene Ausgaben.

Leuchtthürme, Leuchtfeuer, Leuchtbaken	235000 Fr.	
Material in den Steinbrüchen, Werkzeuge ꝛc.	600000 „	
Magazine, Schiffsfahrzeuge, Spitäler ꝛc.	1500000 „	
		2335000 „
Summa für die eigentlichen Kanalbauten		128001595 Fr.

VII. Nebenausgaben.

Befeſtigung der Dünen	1200000 Fr.	
Anbau der abgetretenen Ländereien	8000000 „	
Elektriſche Telegraphen	150000 „	
Dampfremorqueurs	3000000 „	
Schiffsdocks und Reparaturwerkſtätten	3500000 „	
		15850000 „
Vorausſichtliche Geſammtkoſten		143851595 Fr.

Hierzu kommen noch:

Verwaltungskoſten zu 2½ Procent vom Kapital	3578164 „
Unvorhergeſehene Ausgaben, 10 Procent	14570241 „
Summa für ſämmtliche Arbeiten	162000000 Fr.

Die Durchſtechung der Landwege von Suez wird ein Werk ſein, das mehr wegen ſeines Zweckes als wegen ſeiner Koſten ein großartiges genannt werden kann. Würde die Ausführung auch wirklich 200000000 Fr. koſten, was aber nicht anzunehmen iſt, da die Koſten mit Sachkenntniß und Gewiſſenhaftigkeit berechnet ſind, ſo wäre dieſe auf den Kanal verwendete Summe immer noch keine Ausgabe, welche die Kräfte auch nur einer einzigen jener reichen Nazionen überſtiege, die in jetziger Zeit ſo merkwürdige Eiſenbahnbauten vollbringen, welche bei weitem koſtſpieliger und ſchwieriger auszuführen ſind. Zweihundert Millionen Franes ſind Nichts für die Geſammtheit der Nazionen, welche direkt bei dieſem Unternehmen betheiligt ſind, nämlich für England, Frankreich, Oeſterreich, Holland, Sardinien, Italien, Rußland, Spanien, Portugal, die Türkei und die Vereinigten Staaten. Es bedarf aber hier ſolcher Bemerkungen nicht; die Bereitwilligkeit aller Kapitaliſten, ſich an dem Werke zu betheiligen, liefert den Beweis, daß ein Unternehmen glücklich durchgeführt werden wird, welches von ſo allgemeinem Nutzen und für die Technik mit keinen beſondern Schwierigkeiten in der Ausführung und in der Unterhaltung verbunden iſt. Die in der Parlamentsſitzung vom 8. Juli d. J. ausgeſprochenen Anfeindungen des Lord Palmerſton gegen die beabſichtigte Durchſtechung der Landenge dürften weiter keine Beachtung verdienen, denn nach den großartigen Manifeſtazionen in allen Handelsplätzen Großbritanniens, die zu Gunſten der Ausführung dieſes Werkes ſtattgefunden haben, läßt ſich erachten, daß die Meetings ſtärker ſind als die miniſteriellen Marotten, und daß die praktiſchen Erfahrungen der Handelsleute und Fabrikanten mehr Lebensfähigkeit haben als die politiſchen Einwürfe Palmerſton's, die, wie die Daily-News meint, „würdiger eines chineſiſchen Mandarins als eines britiſchen Staatsmannes ſind.“

Digitized by Google

Der normale Wasserstand 2m,32 des mittelländischen Meeres unter dem Nullpunkte am Quai von Suez ist nach 8 Nivellements bestimmt worden, welche zwischen dem mittelländischen und dem rothen Meere in verschiedenen Richtungen ausgeführt wurden. Der grösste Unterschied in den Resultaten dieser 8 Nivellements betrug 0m,94.

Digitized by Google

Die Brücke von Saltaſh in der Bai von Plymouth.

(Mit Zeichnungen auf Blatt **117** und **118**.)

Der Erbauer dieſes großartigen Bauwerkes iſt der Ingenieur Brunel, ein Sohn des Marc Iſambert Brunel, welcher den Tunnel unter der Themſe ausführte. Dieſer Ingenieur begann demnach ſeine Laufbahn in England mit einem berühmten Namen, und die Kunſtbauten, welche er in verſchiedenen Gegenden dieſes Landes errichtet, die glücklichen Neuerungen, welche er in der Induſtrie der Eiſenbahnen einführte, haben ihm auch bald einen glänzenden Platz in den Reihen der engliſchen Ingenieure eröffnet. Allen ſeinen Werken iſt ein gewiſſes Gepräge der Kühnheit und der Originalität aufgedrückt, welche Eigenſchaften dieſem Baumeiſter beſonders eigenthümlich ſind. Brunel that die erſten Schritte zur Einführung der Hängebrücken auf den Eiſenbahnlinien, und die an mehreren Orten Englands bereits ausgeführten „Bow-ſtrings“, zu deren Kathegorie die Brücke von Saltaſh gehört, liefern den Beweis von dem Fortſchritt, den die Wiſſenſchaft des Ingenieurs in dieſem Zweige gemacht hat.

Die Hängebrücken, wie ſie jetzt beſchaffen ſind, werden alle nach ein und demſelben Modelle kopirt, und alle haben die gleichen Uebelſtände; mehrere bedeutende Unfälle, die ſich daran in den letzten Jahren gezeigt, haben darauf hingeführt, dieſe Konſtrukzionsweiſe zum Theil aufzugeben. In der That iſt bei dieſen Bauwerken die durch unförmliche Stangen an eine noch unförmlichere Kette gehängte Brückenbahn einer Maſſe von Schwingungen ausgeſetzt, welche am Ende die Feſtigkeit des Baues untergraben. Die Entwicklung der Schwingungen wird hauptſächlich durch die Aufhängungsweiſe der ſenkrechten Stangen hervorgebracht, welche den großen Uebelſtand haben, daß ſie die Wirkung der ſich bewegenden Ueberlaſt nur auf einen einzigen Punkt der Kette übertragen. Bei den Bowſtrings dagegen iſt die Kette durch einen ſteifen Bogen erſetzt, der ſo wie bei den gußeiſernen Brücken angeordnet iſt. Die Brückenbahn, durch ein Syſtem von ſchmiedeiſernen Andreaskreuzen oder durch Diagonalſtangen an den Bogen gehängt, hat den Vortheil, daß der Druck einer Ueberlaſtung auf eine größere Länge des Bogens vertheilt wird, der weniger biegſam iſt als eine Kette. Bringt man mehrere parallele Bogen an, ſo verſtrebt man ſie in ihrer Mitte. Der Druck der Bogen auf die Stützpunkte würde den Nachtheil gehabt haben, daß an dieſen Punkten eine horizontale Komponente erzeugt worden wäre, welche die Feſtigkeit dieſer Stützen beeinträchtigen würde, wenn man nicht dafür geſorgt hätte die Wirkung des horizontalen Druckes durch ein Zugband abzuhalten, das in der Regel nach der Sehne des Bogens gerichtet iſt.

Die Brücke von Saltaſh iſt der vollkommenſte Typus dieſes Syſtems, und die Brücke von Windſor, welche ebenfalls von Brunel ausgeführt wurde, iſt gleichfalls eine glückliche Anwendung desſelben. Eben ſo wie die Brücke von Conway bei Stephenſon das Vorſpiel zur Ausführung der Britanniabrücke war *), verſuchte Brunel ſeine Kräfte an der Brücke von Chepſtow **), welche viele Aehnlichkeit mit der von Saltaſh hat, jedoch nicht ſo kühn und dabei weniger elegant iſt.

Die Brücke oder der Viadukt von Saltaſh, welcher am Ende der Bai von Plymouth zum Uebergang desjenigen Theils der Eiſenbahn von Cornwallis errichtet wurde, die mit dem Namen South-Devon bezeichnet wird, mußte wie die Britanniabrücke nach den von der engliſchen Admiralität geſtellten Bedingungen angelegt werden. Dieſe beſtanden darin, den Segelſchiffen eine freie Paſſage zu gewähren und die Anzahl der Stützpunkte auf das Minimum zu beſchränken, wodurch Brunel veranlaßt wurde, die Oeffnung beinahe eben ſo groß anzunehmen wie bei der Britanniabrücke, und der Brückenbahn eine Höhe von 30m50 über dem höchſtem Waſſerſtande des Meeres zu geben.

Der ganze Viadukt hat eine Länge von 667m30 und iſt nur für ein Geleis beſtimmt; er beſteht aus drei ganz verſchiedenen Theilen: den beiden Spannweiten für die Schifffahrt und den beiden daran ſich anſchließenden Uferbrücken, welche letzteren nach Fig. 2 (Blatt **117**) Kurven von reſp. 335m0 und 440m0 bilden und gegen die Centralbrücke mit 0m013 und 0m016 pro lauf. Meter anſteigen.

Der Viadukt am rechten Ufer beſteht aus 10 Jochen, wovon 6 eine Spannweite von je 21m18, das größte

*) Beſchreibungen und Zeichnungen dieſer Brücke im Jahrg. 1849, S. 175 und Blatt **273** ꝛc. der Bauzeitung.

) Allgem. Bauzeitung Jahrg. 1852 S. 185 und Blatt **186 ſo wie Notizblatt II S. 150.

Digitized by Google

der 4 übrigen aber eine Weite von 28m35 hat. Der Viadukt am linken Ufer hat 7 Joche mit eben solchen Spannweiten als der des rechten Ufers; ihre Ueberdeckung besteht aus 2 Stirnbalken nach der Sehne der Kurven, welche auf gemauerten Pfeilern liegen, die je aus zwei völlig getrennten, jedoch durch schmiedeiserne Zugbänder und gußeisernen Piecen verbundenen Pilastern gebildet sind. Die im Mittel 2m60 hohen Balken haben den Querschnitt eines doppelten ⊤, dessen oberen 0m915 breiten Schenkel gekrümmt sind (Fig. 10—13, Blatt 118). Die Brückenbahn besteht aus Blechstreben, welche schief gegen die Balken gerichtet sind und auf denen auch der hölzerne Bohlenbelag liegt.

Der Haupttheil des Bauwerkes, die über den Meeresarm gespannte Brücke, hat zwei Oeffnungen von je 138m68 (438 2/3 wiener Fuß) Spannweite, und ruht auf drei Pfeilern, von denen der eine in der Mitte des Meeres steht. Die beiden Uferpfeiler haben von der Fundamentsohle bis zum Niveau der Balken eine resp. Höhe von 33m38 und 40m76; ihr unterer Theil bis zu 1m0 über den höchsten Wasserstand hat eine cylindrische Form; von da an aber sind sie rechtwinkelig und sind je bekrönt mit einem Portikus, auf welchem die großen Blechbalken liegen und durch welchen die Passage der Trains stattfindet. Der größern Festigkeit wegen sind diese Portiken mit gußeisernen Platten bekleidet.

Der mittlere Pfeiler hat eine bei weitem größere Stärke als die übrigen Pfeiler, da er das ganze Gewicht zweier aneinander stoßenden Halbjoche zu tragen hat; er besteht aus zwei übereinandergesetzten kreisrunden Grundmauern, wovon die untere 10m67 im Durchmesser hat. Ueber der obern Mauer, welche mit einem Gesims bekrönt ist, sind vier gußeiserne achteckige Säulen aufgestellt, die zu zwei und zwei durch ein System von gußeisernen St. Andreaskreuzen verbunden sind. Ueber dem Gebälk dieser Säulen erhebt sich ein ähnlicher Portikus wie die Uferportiken, in welchem die Balken ebenfalls ihr Auflager haben.

Die Gründung dieses Mittelpfeilers war mit ernstlichen Schwierigkeiten verbunden, denn es fand sich der feste Felsen erst in einer Tiefe von 19m50 unter dem niedrigsten Wasserstande vor, und war mit einer 3m20 mächtigen Schlammschicht bedeckt. Brunel versenkte deshalb auf der Stelle, wo der Pfeiler aufgeführt werden sollte, einen großen blechernen Cylinder von 10m66 Durchmesser, der durch eine Kalotte in zwei Theile geschieden wurde; in dem untern Theile war ein ringförmiger Raum, in welchen vermittelst beweglicher Maschinen Luft durch eine Röhre hinein gepumpt wurde, die in einer anderen von größerem Durchmesser steckte, durch welche man in den untern Raum hinabsteigen und die Wasserausschöpfung bewirken konnte *). Als Wasser und Schlamm beseitigt waren, konnten die Maurer in dem ringförmigen Theile bei einem Luftdrucke von 3 oder 4 Atmosphären arbeiten. So wurde der Umfang des Pfeilers aufgeführt, wobei man Sorge trug auf dem Boden und am Rande zu mauern, um das Durchsickern des Wassers zu verhindern. Dann nahm man die Kalotte fort und die Maurer konnten im Innern des Cylinders im Trocknen arbeiten und den Bau des Pfeilers bis zum Niveau des höchsten Wasserstandes aufführen.

Die großen Oeffnungen der Brücke bestehen aus einer großen Röhre mit elliptischem Querschnitt, deren Achsen resp. 5m10 und 3m66 lang sind; die Stärke der Bleche am Scheitel beträgt 0m013, an den Seiten 0m026. Der Pfeil des Bogens ist 9m15. Die Brückenbahn ist an diesen Bogen vermittelst senkrechter Träger und Andreaskreuze, welche an jeder Seite der Röhre mit starken Bolzen befestigt sind, angehängt. Die Röhre ist an jedem Portikus durch einen ungeheuren Bolzen tüchtig befestigt, welcher allein die Hälfte des Gewichtes vom ganzen Joche zu tragen hat. Der horizontale Druck auf die Stützpunkte wird durch eine große Kette von geschmiedetem Eisen aufgewogen, deren Glieder 5m95 lang und untereinander durch starke Bolzen verbunden sind. Die beiden Balken, woraus die beiden Mitteljoche bestehen, haben eine Höhe von 2m44 und sind an ihrem obern Theile abgerundet. Dieser Brückentheil über dem Meere hat einen Pfeil von 1m22, welcher zum Ansehen der Leichtigkeit bedeutend beiträgt.

Die großen Joche wurden mit Lehrbogen und besondern Gerüsten am Ufer verbunden und dann wie die Britanniabrücke auf Pontons zum Fuße der Pfeiler geschafft, auf deren Höhe sie mittelst hydraulischer Pressen gehoben wurden. Ihre Kosten betrugen pro lauf. Meter 14620 Francs und weisen daher gegen die Baukosten der Britanniabrücke eine Ersparniß von 12310 Fr. für dieselbe Längeneinheit nach. Dieser Umstand läßt besonders erwarten, daß dieses Brückenbausystem eine allgemeine Anerkennung finden wird.

*) Vergl. Notizblatt der Allgem. Bauzeitung, III. Bd. S. 232, wo diese Fundamentirungsmethode näher beschrieben ist.

Digitized by Google

Auf den beiliegenden Blättern **117** u. **118** sind in Fig. 1 u. 2 Ansicht und Grundriß dieses großartigen Bauwerkes dargestellt und die hauptsächlichsten Maße darin vorgezeichnet; aus Fig. 3 bis 9 geht die Verbindung der elliptischen Röhren der beiden Mitteljoche mit den Zugketten, den Hängestangen und den Pfeilern hervor, welche das enorme Gewicht des Oberbaues tragen. Aus Fig. 6 kann man auf den Widerstand schließen, welchen die elliptische Röhre zu verrichten hat; gleichzeitig macht sie die Verbindung der Blechtafeln ersichtlich. Fig. 10 ist nach der Brückenachse der Aufriß eines Pfeilers der kleinen Joche, und Fig. 12 und 13 sind die Ansichten der Pfeiler von den großen Jochen. In Fig. 11 sehen wir den Durchschnitt des bei der Gründung des Mittelpfeilers angewendeten Cylinders; aa ist der höchste und bb der niedrigste Wasserstand des Meeres, cc ist die Oberfläche der im Meere liegenden Schlammlage.

Erfahrungsresultate über Holzkonservirung.

Wenn irgendwo Vorsicht in Beurtheilung einer chemisch-technischen Erfindung am Platze ist, so ist es gewiß bei der Unzahl der zu Tag getretenen Vorschläge für Konservirung des Holzes. Nicht nur läßt sich gewöhnlich über den Erfolg einer neu angegebenen Methode nicht von vorn herein etwas sagen, sondern selbst die Angaben über die Wirksamkeit des Mittels nach mehrjähriger Anwendung dürfen nur mit besonderer Sorgfalt benutzt werden. Bis jetzt existirt kein Holzkonservirungs-Mittel, über welches nicht gleichzeitig äußerst günstige und wieder ganz verwerfende Stimmen laut geworden wären, was darin seinen Grund hat, daß man eine Menge von äußern Umständen, unter welchen das Mittel angewandt wurde, ganz außer Acht läßt.

Wir tragen nachfolgend eine kleine Reihe von ältern und neuern Berichten zusammen über den Erfolg, den die bekannten Konservirungsmethoden, namentlich an Eisenbahnhölzern, aufzuweisen haben und übergehen die Anstriche, die unter gewissen, aber sehr schwer zu erfüllenden Bedingungen ganz trefflich sein können, häufig aber mehr schädlich sind als nützen, da eben jene Verbindungen unerfüllt bleiben. Diese bezwecken Abhaltung der Feuchtigkeit und Luft von außen. Sie sperren aber den dem Holze natürlichen Gehalt von Saftbestandtheilen und Luft im Holze ein und die Fäulniß geht innerlich rasch vor sich. Ein vollständiges vorheriges Entfernen dieser Feuchtigkeit ist aber das, was wir für sehr schwer halten.

Unter den Imprägnirungsmethoden haben sich unseres Wissens nur vier einer größeren Verbreitung zu erfreuen gehabt. Das heißt vier Vorschläge, die sich an bestimmte chemische Mittel halten, nämlich die von Kyan, Burnett, Payne und Bethell, während ein fünfter, der von Boucherie, sich mehr um die Vereinfachung des Verfahrens beim Einfiltriren der konservirenden Flüssigkeiten, als um diese selbst zu drehen scheint.

Einiges Andere, nicht unter die genannten Namen Fallende werden wir daneben noch betrachten müssen.

1. Kyan's konservirende Flüssigkeit ist Quecksilberchloridlösung (Aetzsublimat) in sehr verschiedener Koncentrazion. Für die Bahnschwellen der Greatwestern 1 Pfd. Sublimat auf 16 Pfd. Wasser. Auf der Bahn Hull-Selby 1 Pfd. Sublimat auf 180 Pfd. Wasser, später auf 130 und zuletzt auf 80 Pfd. Wasser. Die Schwellen der Greatwestern, die auf 50 Kubikfuß Holz 1½ Pfd. Sublimat enthielten, blieben wenigstens die ersten 6 Jahre völlig frisch und gesund. Die auf der London-Birmingham-Bahn waren nach 3 Jahren ganz verfault. Die Koncentrazion der Flüssigkeit für letztere ist nicht bekannt, auch das Nähere des Verfahrens nicht, denn daß dies sehr verschieden ist, darf nicht vergessen werden; es ist nämlich entweder bloßes Einlegen in die Flüssigkeit oder Einpressen derselben in das Holz mittelst Druckpumpen im Gebrauch. Daher lassen sich Widersprüche wie die obigen wohl begreifen.

2. Burnett's Patent (1840) schreibt 1 Pfd. Chlorzink auf 90 Pfd. Wasser vor. Stämme, 5 Jahre in sumpfiges Erdreich eingegraben gewesen, zeigten nicht die geringste Veränderung, während andere, unpräparirte, völlig zerstört wurden.

Auf der hannövrischen Eisenbahn kam dies Verfahren in Anwendung. Die Chlorziuklösung enthielt 1 Pfd. Chorzink auf 30 Pfd. Wasser, und hatte ein specifisches Gewicht von 1,8 bis 1,85. Buchene Schwellen (8′: 12″: 6″ messend) wurden ziemlich vollständig imprägnirt, nahmen um 24¼ Pfd. an Gewicht zu, eichene nur 17 Pfd. Buchene hatten, verglichen mit eiche-

Digitized by Google

nen, an festem Salz aufgenommen im Verhältniß von 2,78 Pfd.: 1,45 Pfd. Daß das Verfahren weit weniger Kosten verursacht als das Kyan's ist begreiflich. Der Kubikfuß Eichenholz machte Imprägnirungskosten 8½ Pfennige. Kirchweger machte Versuche mit Schwellen, die 6 Jahre im Boden gelegen hatten und völlig konservirt waren.

3. Bethell's (1838) patentirtes Verfahren besteht im Einfiltriren holzessigsauren Eisens, Theeröls, also kreosothaltiger Flüssigkeiten, unter Anwendung starken Druckes. Die Flüssigkeit soll ammoniakfrei gemacht werden. Pro Kubikfuß Holz beträgt die Gewichtszunahme 8 bis 10 Pfund. Koncentrazionsverhältnisse ziemlich willkührlich. Auf mehreren englischen Eisenbahnen bediente man sich dieser Methode; ihre Schwellen waren nach 3 Jahren noch völlig wohlerhalten. Auf der londoner Northwesternbahn haben sich 17 Meilen Schwellenlage 9 bis 11 Jahre lang ganz gut erhalten; eben so auf der Stokton-Darlingtonbahn 10 Jahre lang, und auf der Yorkshire-Lancashirebahn 5 Jahre lang. Zu bemerken ist, daß der Schiffsbohrwurm (teredo navalis), der dem Schiffsbauholz so sehr gefährlich ist, solches, das nach Bethell's Methode behandelt worden, verschont läßt.

4. Methode von Payne. Dieser nahm zwei Patente (das erste 1841). Beiden liegt der nämliche Gedanke zu Grunde, nämlich das Holz zuerst mit einer Flüssigkeit zu imprägniren und dann eine zweite nachfolgen zu lassen, die mit der ersten einen Niederschlag bildet. In den Flüssigkeiten selbst machte Payne Veränderungen. Er wählte zuerst Eisenvitriol oder Alaunlösung und ließ Sodalösung nachfolgen. Später aber bediente er sich des Schwefelkalciums oder des Schwefelbaryums, und als zersetzende Flüssigkeit des Eisenvitriols.

Wir lesen hier und dort, daß diese Idee ganz einleuchtend gefunden wurde und gestehen, daß uns dies unbegreiflich erscheint. Der Niederschlag durch wechselseitige Zersetzung muß sich an der Peripherie des Holzes zuerst bilden und so gewiß ein Hinderniß abgeben für weiteres Eindringen derselben. Außer dem nachfolgenden Berichte über die Resultate dieser Methode finden wir nur, daß in Ställen von Claremont dieselbe in Anwendung gekommen und sich (wie lange?) trefflich bewährt habe.

Direkt vergleichende Beobachtungen über die obigen 4 Methoden hat angestellt Sommar, Bauinspektor in London, wenn auch nicht gerade an Eisenbahnschwellen, so doch an einem Material, das diesem nahe steht und Schlüsse auf dieselben erlaubt. Er ließ die (seither aus ganz andern Gründen wieder aufgegebenen) londoner Holzpflasterungspflöcke mit den verschiedenen Flüssigkeiten imprägniren, dieselben einsetzen und nach 46 Monaten untersuchen. In dem genannten Zeitraum zeigten sich die Pflöcke, nach Kyan's Verfahren behandelt, ganz morsch und auf 1⅞" abgenutzt; die nach Bethell ganz unversehrt und auf ⅞" abgenutzt; die von Payne waren schon nach 2 Jahren 9 Monaten ganz faul und auf 1⅝" abgenutzt; die nach Burnett blieben nach 3 Jahren 10 Monaten gesund, frisch und hart und waren auf 1" abgenutzt.

Außer diesen Flüssigkeiten dient nicht selten Kupfervitriol. Eine Kommission preußischer Ingenieure untersuchte die 1841 und 1842 auf der berlin-stettiner Bahn gelegten Eisenbahnschwellen im Mai 1849. Dieselben waren aus Fichtenholz, es lagen nebeneinander imprägnirte und nicht imprägnirte. Die letzteren zeigten sich nach dieser Zeit in der Regel ganz verfault, die ersteren noch wohlerhalten und gaben Aussicht auf noch längere Dauer.

Boucherie in Paris ist derjenige, welcher sich in Frankreich am meisten mit Holzkonservirung befaßte. Er entschied sich nach langen und zahlreichen Versuchen für den Kupfervitriol und hält eine Lösung von 1 Prozentgehalt für hinreichend. Sein Verfahren, das eben gefällte Holz möglichst kostenlos und schnell zu imprägniren, bildet den Haupttheil seines Verdienstes. Es sind in Frankreich auf 7jährige Erfahrungen hin sehr große Verträge mit Boucherie zur Imprägnirung von Bahnschwellen und Telegraphenstangen geschlossen worden, und es ist kein Grund vorhanden, am guten Erfolge zu zweifeln.

Auf mehreren deutschen Bahnen hat man den Kupfervitriol entsprechend gefunden, das Chlorzink jedoch wohlfeiler.

Für unsere augenblickliche Absicht würde es zu weit gehen, das Verfahren der Imprägnirung und die Apparate genauer anzugeben, obschon diese von begreiflich entscheidender Wichtigkeit sind. Den chemischen Gesichtspunkt und die Oekonomie der verschiedenen Methoden im Auge haltend, müssen wir gestehen, daß sich die Zunge der Waage zu Gunsten des Chlorzink deutlich zu neigen scheint, und können nicht unterlassen, schließlich noch auf das von Büttner und Möring mitgetheilte, höchst einfache Imprägnirungsverfahren für Eisenbahnschwellen aufmerksam zu machen. (Polyt. Notizbl.)

Digitized by Google

Landhaus der Herren Waſſerburger in Baden bei Wien.

(Nebſt Abbildungen auf Blatt **119**.)

Unter den vielen freundlichen Landhäuſern, welche von wohlhabenden Bewohnern Wiens in der wegen ihrer reizenden Lage und wegen ihrer Heilbäder vielbeſuchten Stadt Baden errichtet wurden, zeichnet ſich auch das auf beiliegendem Blatte dargeſtellte und im Jahre 1850 erbaute durch geſchmackvolle und zweckmäßige Anordnung des Innern wie des Aeußern vortheilhaft aus. Die Grundriſſe wurden von dem Stadtbaumeiſter Herrn Paul Waſſerburger, von dem in Wien noch zwei Brüder als Steinmetzmeiſter und Zimmermeiſter im Bauweſen thätig und Miteigenthümer unſeres Landhauſes ſind, entworfen, während die Faßaden und die architektoniſchen Details nach den Plänen der akademiſchen Profeſſoren Herren v. Sicardsburg und van der Nüll ausgeführt wurden.

Die innere Anordnung des Landhauſes iſt aus den Grundriſſen erſichtlich und es iſt dabei nur zu bemerken, daß jeder Raum mit einem beſonderen Eingange verſehen wurde; nur die beiden Schlafzimmer e ſind von dem Salon und vom Speiſezimmer aus zugänglich, doch iſt die Einrichtung getroffen, daß durch den Drehkaſten bei f für verſchiedene Geräthſchaften u. ſ. w. eine Verbindung dieſer Zimmer mit dem Treppenraume ſtattfindet.

Das Gebäude wurde bis zum Niveau des Fußbodens vom erſten Stocke von gemiſchtem Mauerwerk, darüber hinaus aber von Ziegeln erbaut. Die Stiegenhalle und das Stiegenplateau im erſten Stockwerke ſind mit reich verziertem Terrazzo, die Dachräume aber mit achteckigen weiß geſchlemmten Thonplatten in Verbindung mit kleinen viereckigen rothen Platten belegt, welche wie die Parquetböden mit Wachs polirt werden können.

Das horizontale Oberlicht im obern Stocke iſt mit mattweiß gemalten Ornamenten verziert; es ſteht auf Rädern und läuft zur leichtern Verſchiebung beim Reinigen und Lüften auf einer Bahn.

Stallungen für zwei Pferde, ein Gelaß für den Kutſcher und Wagenremiſe ſind in einem Gebäude im Hintergrunde des Gartens angebracht, wo ſich auch ein kleines Gewächshaus und ein Brunnen befindet, von welchem letzteren der Brunnen im Souterrain des Hauptgebäudes geſpeiſt wird.

Warmwaſſerapparat zur Beheizung der Treibhäuſer und Orangerien,

und über den Bau eiſerner Gewächshäuſer.

(Mit Zeichnungen auf Blatt **120**.)

Wenn das Syſtem der Cirkulazion des warmen Waſſers mit Erfolg bei öffentlichen Gebäuden angewendet wurde, ſo leiſtet es, obgleich in einem kleinern Maßſtabe ausgeführt, auch ſehr gute Dienſte für Gewächshäuſer, Orangerien und andere Etabliſſements.

Bekanntlich unterſcheidet man zwei verſchiedene Arten der Warmwaſſerheizung, und zwar die eine mit Hochdruck, die andere mit Nieder- oder Mitteldruck. Die erſte, welche von Perkins ins Leben gerufen wurde *), beſteht darin, eine Reihe eiſerner Röhren mit Waſſer zu füllen und ſie auf eine ſehr hohe, 175, 180 und ſelbſt 200 Grade betragende Temperatur zu bringen; indem man die Röhren in den Umfangswänden der Räume herumzieht, laſſen ſich die letztern ſehr ſtark erwärmen, obgleich die Röhren nur eine ſehr geringe Heizfläche darbieten, weil ſie öfters nur einen Durchmeſſer von 3 bis 4 Centimeter haben. Ein ſo hoher Druck hat zur Befürchtung von Unfällen und beſonders vor Entweichungen Veranlaſſung gegeben, doch iſt es den Hrrn. Gandillot, die ein ſehr ſchönes Dampfhüttenwerk bei St. Denys errichtet haben, gelungen, Röhren mit Verbindungsmuffen zu erzeugen, die eine ſolche Feſtigkeit beſitzen, daß ſie ganz vollkommen einem innern Druck von 30 bis 40 Atmoſphären und noch mehr widerſtehen. Auch machen ſie jetzt vielfache Anwendung davon.

Das zweite Syſtem oder dasjenige, das wir näher in Betrachtung ziehen werden, beſteht in der Erwärmung des Waſſers in einem Keſſel und in der Cirkulazion desſelben in Röhren von 10, 12 bis 15 Centimeter Durchmeſſer, welche ſchon dadurch, daß ſie eine größere Heizfläche bieten, keines ſo hohen Temperaturgrades bedürfen als die Röhren des erſten Syſtems.

In Frankreich hat ſich Hr. Leon Duvoir in der Ausführung von Heizungen dieſer Art einen großen Ruf erworben *), und es wurden ihm bedeutende Arbeiten übertragen, wovon wir nur diejenigen im Palaſte Luxem-

*) Vergl. Allgem. Bauzeitung 1836 S. 289 u. ſ. f.

*) Vergl. Allgem. Bauzeitung, die Jahrgänge 1853 bis 1855 an vielen Stellen.

Digitized by Google

bourg, im Palaſte am Quai d'Orſay, im Etabliſſement von Bicêtre, in den Kirchen St. Roch, St. Madeleine unter den vielen anführen, die ſie mit vollſtändigem Erfolge eingerichtet haben.

Bei ſolchen Anlagen aber, welche um ſo wichtiger ſind als ſie ſich in frequentern, bewohnteren Anſtalten, wie Theater, Hospitäler ꝛc. befinden, iſt es nicht bloß die Art der Cirkulazion, welche gut herzuſtellen iſt, ſondern es muß auch damit eine razionelle und kontinuirliche Ventilazion verbunden ſein, ohne welche die regelmäßigſte, die ökonomiſchſte Heizung keinen Werth hat. In dem Hospital Lariboiſſière haben die Hrrn. Thomas und Laurens ihr gemiſchtes Heizungsſyſtem angewendet und haben damit das befriedigendſte Reſultat erlangt, indem ſie eine thätige Ventilazion herſtellen, welche den Kranken ſtets die nothwendige reine Luft zuführt, ohne ihnen beſchwerlich zu fallen, was für die Geſundheitslehre von der größten Wichtigkeit iſt. Im ſtrengen Winter, wo wir dieſes Spital beſuchten, waren die Säle vollſtändig gelüftet und die durchſchnittliche Temperatur in denſelben betrug 15 bis 16°. —

Bei der Einrichtung der auf beiliegendem Blatt dargeſtellten Beheizungsmethode eines temperirten Treibhauſes und des daran anſtoßenden Orangeriegebäudes in Saint-Cloud handelte es ſich darum, nach Belieben zwei Räume gleichzeitig zu beheizen und die Verbindung mit dem einen zu unterbrechen, während die mit dem andern beſtehen bleibt. Es iſt offenbar, daß in einem Raume, welcher nur Sträuche, wie Orangen, Lorbeer, Granatäpfel u. ſ. w. enthalten ſollen, eine Temperatur von 5, 6 bis 8 Centigraden für die kälteſte Jahreszeit hinreichend iſt, während für Blumen, junge Pflanzen oder Frühobſt oft eine Temperatur von 12 bis 15° und mehr unterhalten werden muß. Die in der Zeichnung dargeſtellte Dispoſizion hat dieſer Abſicht vollkommen entſprochen; man brauchte nur an den Röhren an der das Treibhaus von der Orangerie trennenden Scheidewand Klappen anzubringen, welche man ſchließt, wenn man die letztere nicht heizen will, während das erſtere fortwährend ſeine Wärme empfängt. Fig. 1 und 2 geben eine Anſicht und einen Grundriß des Gebäudes, wie es ausgeführt worden iſt. Fig. 3 iſt ein Querſchnitt nach der Linie 1—2 des Grundriſſes in doppeltem Maßſtabe von Fig. 1 und 2; Fig. 4 iſt ein vertikaler Durchſchnitt durch die Achſe des Keſſels oder Generators und ſeiner Heizung; Fig. 5 iſt ein Grundriß davon in der Höhe der Linie 3—4; Fig. 6 und 7 ſind die Details des Endtheils der Röhren, durch welche man die Speiſung des Keſſels bewirkt, Fig. 8 und 9 Details in Anſicht und in horizontalem Schnitt desjenigen Theils der Röhren, an welchem die Kommunikazionsklappen angebracht ſind.

Der Heizapparat beſteht aus einem kupfernen Keſſel von beſonderer Form und Konſtrukzion, welche übrigens für die Benützung der Verbrennung ſehr vortheilhaft iſt; von dem äußern Mantel A B iſt ein Theil A cylindriſch und ſenkrecht, während der andere Theil B halbcylindriſch und horizontal iſt. Darin iſt alles Waſſer enthalten, welches man zur eigentlichen Heizung gebraucht, und es ſteht daher der kubiſche Inhalt des Generators im Verhältniß zu dem ganzen Volum des Treibhauſes oder des zu heizenden Raumes; er faßt mit der darüber ſtehenden Art von Flaſche C 30 bis 35 Liter Waſſer und reicht für jedes Gewächshaus von 10 Meter Länge und 4 bis 5 Meter Tiefe aus. Für ſolche Gebäude von 15, 20 und 25m0 Länge bei höchſtens 5 bis 6m0 Tiefe hat Hr. Gervais Apparate konſtruirt, welche 100 bis 150 Liter Waſſer enthalten.

Im Innern dieſes Mantels befindet ſich ein zweiter kleinerer Raum, welcher den Feuerraum bilden muß und ebenfalls aus einem ſenkrechten mit dem erſten koncentriſchen Theil D, ſo wie aus einem mit dem zweiten koncentriſchen Theil E beſteht, welche die gleiche Baſis haben, die offen iſt, um den Roſt F aufzunehmen; er iſt getrennt durch eine doppelte kupferne Wand G, deren Inneres mit dem Mantel in Verbindung ſteht, ſo daß es ebenfalls voll iſt, wenn der ganze zwiſchen den beiden koncentriſchen Körpern befindliche freie Raum ſo wie die Flaſche oder das obere Reſervoir C gefüllt ſind.

Die Füllung oder Speiſung geſchieht entweder direkt durch den obern Theil dieſer Flaſche, indem man das Ende einer kupfernen Röhre darauf ſetzt, die trichterförmig ausgeht und mit einem Deckel geſchloſſen wird, oder im Gegentheil am Ende der Cirkulazionsröhren, über die man ebenfalls das Ende einer ähnlichen Röhre ſtellt wie die bei H (Fig. 6 und 7), die mit ihrem Trichter I verſehen iſt, durch welche das Waſſer eingefüllt wird. In beiden Fällen muß das letztere ſtets höher als der Waſſerſpiegel des Keſſels und der Flaſche C ſein.

Die Cirkulazionsröhren ſind ebenfalls von Rothkupfer und aus zwei großen Längen gebildet, welche die ganze Ausdehnung der zu heizenden Räume durchlaufen; ſie liegen immer übereinander und folgen einer ſanften

Digitized by Google

Neigung, welche nach Maßgabe, als sie sich von dem Generator entfernen, zunimmt. Das untere Rohr J (Fig. 4 und 6) geht von a (Fig. 4) an der Seite des Kessels etwas oberhalb seiner Basis, und das Rohr K von der Flasche bei b aus, um sich mit dem ersten bei der Krümmung wieder zu vereinigen. Das Rohr J ist die Zurückführungsröhre, welche beständig das abgekühlte Wasser nach dem Kessel zurückleitet.

Jedermann kennt heutigen Tages die Eigenschaft des in irgend einem Gefäße erwärmten Wassers, das in Verbindung mit Röhren steht, welche nach mehr oder minder entfernten Punkten geleitet sind. Der heißeste Theil nämlich strebt ohne Unterlaß sich von dem Gefäße zu entfernen, während das abgekühlte Wasser dahin zurückkehrt. Sobald also der Kessel geheizt ist, so erhebt sich das heißeste Wasser, das sich immer in dem obern Theil befindet, in dem Rohre K und treibt beständig das minder heiße Wasser vor sich her, das durch die Berührung mit dem Rohr natürlich um so kälter wird als es sich von dem Generator entfernt und alsdann durch die untere Röhre J wieder hinabfällt, welche es zu dem Kessel führt, wo es sich von neuem erwärmt. Es stellt sich daher eine kontinuirliche Cirkulazion her, wie stark der Durchmesser der Röhren auch sein mag und wie große und hohe Räume man damit beheizen und zu welchen Höhen man das Wasser zu führen beabsichtiget.

Wenn die zu erwärmenden Räume sehr groß sind, oder wenn man sehr hohe Temperaturen erreichen will, so stellt man in der Mitte oder an verschiedenen Stellen derselben eine Art von Ofen auf, die aus einer Reihe von senkrechten oder schlangenförmigen Röhren gebildet sind, mit denen man die vorgedachten Röhren in der Art verbindet, daß die Cirkulazion verlängert und das Wasser gezwungen wird nach und nach alle Röhren zu passiren, bevor es zu dem Kessel zurückkehrt. Man vergrößert demnach die Heizfläche oder die Berührung mit der Luft und benutzt folglich die ganze von dem Wärmapparat entwickelte Hitze besser. Um diese Röhren dem Auge so viel als möglich zu verstecken, umgibt man sie mit ausgeschnittenen Blättern von Kupfer oder durchbrochenen gußeisernen Platten, welche hübsch arrangirt werden und so nebst den mehr oder minder verzierten Oefen angenehme Gegenstände in den Gemächern bilden.

Da das in Rede stehende Treibhaus keine große Räumlichkeit hat und bloß für die Blumenzucht der Saison bestimmt ist, so war die Aufstellung eines solchen Ofens gar nicht nöthig; die beiden Röhren J u. K, welche von der in einem Winkel des Gärtnerkabinets stehenden Feuerung L ausgehen, erstrecken sich parallel nach der ganzen Länge des Gebäudes und unter dem Blumenkasten M, worin der Gärtner seine Wurzelreiser vorbereitet. Die Röhren hätten am andern Ende bei c an der Scheidewand N aufhören können; da man aber auch die Orangerie wenigstens bis zu einem gewissen Grade zu beheizen wünschte, so war es natürlich, daß man den Röhrenzug durch diesen Raum fortsetzte, jedoch die Vorrichtung traf, die Verbindung damit jeden Augenblick unterbrechen zu können. Aus diesem Grunde wurden die Röhren auf ein gewisses Stück getheilt, um die Klappen (Fig. 8 und 9) anzubringen, welche mit einem Schlüssel oder Handgriff d versehen sind, der sich mit der Hand drehen läßt; eine Vorrichtung wie bei den gewöhnlichen Stubenöfen. Die Achsen dieser Klappen sind an der Seite des Schlüssels mit einer kleinen Stopfbüchse versehen, um jedes Entweichen zu verhindern.

Bei dieser Einrichtung ist es verständlich, daß man, um die Cirkulazion der ganzen Länge nach herzustellen, die Klappen offen halten muß, wenn man den ganzen Raum heizen will; hat die Orangerie aber eine passende Temperatur von 6 bis 8°, wenn das Treibhaus auf eine Temperatur von 14 bis 15° gebracht werden soll, so unterbricht man die Verbindung mit der erstern durch Schließung der beiden Klappen.

Da man das Wasser nicht höher als auf 100°, die Temperatur des kochenden Wassers, erhitzen darf, so ist es angezeigt den Kessel mit einem kleinen Luftrohr e (Fig. 2) zu versehen, welches man nach außen in solcher Höhe führt, daß es über den Trichter hinausgeht, durch welchen man das Wasser einfüllt. Aus Vorsicht ist ebenfalls ein solches in f an dem obern Rohr K bei der Mittelscheidewand angebracht worden. Diese Röhren sind von Blei von nur 10 bis 12 Millim. Durchmesser, und indem sie die Luft und den Dampf abziehen lassen, verrichten sie den Dienst von Sicherheitsventilen, denn das Wasser kann nun einen Druck nicht übersteigen, welcher größer ist als der atmosphärische mit Hinzurechnung jenes Druckes, der aus dem Niveauunterschied zwischen dem höchsten Punkte der Röhren und ihrer Verbindung mit dem Generator entsteht.

Bei einem Treibhause wie das in Rede stehende ist dieser Niveauunterschied nicht groß und entspricht

Digitized by Google

höchſtens $^1/_{10}$ Atmoſphäre; doch kann er unter andern Umſtänden viel bedeutender werden, und zwar beſonders, wenn man Zimmer, Hoſpitäler oder Paläſte von mehrern Etagen heizt, wo der Druck viel größer wird und ſich ſelbſt auf mehrere Atmoſphären erheben kann, denn es iſt bekannt, daß eine Waſſerſäule von beiläufig 10m 40 genau dem atmoſphäriſchen Drucke korreſpondirt.

Der Generator iſt, wie aus Fig. 4 und 5 zu erſehen, in einem aus Ziegeln erbauten Ofen L eingemauert, welcher an der Vorderſeite offen iſt, um das Brennmaterial aufgeben und unter dem Roſt friſche Luft eindringen laſſen zu können. Man ſieht, daß die Flamme und der Rauch, wenn die Kohle brennt, ſich in dem Innern des Keſſels bis über die Doppelwand G erheben, um auf der andern Seite wieder zu fallen und durch die Oeffnung g zu entweichen, damit auch der äußere Mantel geheizt werden kann.

Auf dieſe Art nimmt in der That die ganze Oberfläche Theil an der Wirkung des Wärmeſtoffes; die in dem Keſſel enthaltene geringe Waſſermenge wird alsdann im Vergleiche zu dieſer Fläche bald gewärmt.

Der Rauch entweicht entweder durch einen Seitenkanal h (Fig 5), welcher zu dem Schornſtein P (Fig 1) führt, oder auch durch einen untern Kanal h' (Fig. 4), welcher ihn ebenfalls zum Schornſtein ableitet, der von Schwarz- oder von Kupferblech angefertigt und quer durch die ganze Tiefe des Treibhauſes geführt wird, über deſſen Dach er hinausgeht (Fig 3). Auf ſolche Art wird noch die Wärme der verbrannten Gaſe benützt.

Die Oeffnung des Feuerraumes wird durch eine blecherne oder gußeiſerne Thür Q geſchloſſen, welche ſich nach außen öffnet, damit man das Brennmaterial, meiſtens Steinkohle, nicht in das Innere des Treibhauſes zu bringen braucht. Auch iſt mit dem Feueranmachen außer dem Hauſe der Vortheil verbunden, daß man die Unreinlichkeiten von dem Kohlenſtaube, der Aſche ꝛc. nicht zu fürchten hat; es läßt ſich ferner das Innere des Ofens durch die rechtwinklige Oeffnung O, welche in der Mauerſtärke an der entgegengeſetzten Seite von der Heizöffnung angebracht iſt und durch einen gußeiſernen Stöpſel hermetiſch geſchloſſen wird, ſehr leicht reinigen.

An dem untern Theil des Keſſels iſt eine kupferne Röhre mit einem Hahn R (Fig. 1) angebracht, um den Keſſel zu leeren, wenn man es für nöthig erachtet. Obſchon das Waſſer in dem Generator nicht oft erneuert zu werden braucht, ſo es iſt doch gut es öfters zu wechſeln, beſonders wenn daſſelbe unrein und mit kohlen- oder ſchwefelſaurem Kalk geſchwängert iſt. Auch muß der Gärtner ſich während der Thätigkeit des Apparates von Zeit zu Zeit davon überzeugen, ob das Waſſer auf ſeinem Niveau ſteht; er muß dafür Sorge tragen, daß dies wirklich der Fall iſt, und muß das durch die Verdünſtung verloren gehende Waſſer erſetzen, was nur geringe Mühe erfordert, da er bloß den Deckel des Trichters I abzunehmen hat, um die gehörige Waſſerquantität nachzugießen.

Der leere Raum, welcher über dem Keſſel gelaſſen iſt, wird gewöhnlich mit guter Erde angefüllt, die der Gärtner zur Behandlung ſeiner Wurzelreiſer gebraucht und hierbei alſo die Wärme des Ofens benutzen kann.

Hr. Gervais iſt in Paris unſtreitig derjenige Fabrikant, welcher die meiſten Heizapparate für Gewächshäuſer verſchiedener Art liefert; im Jahre 1854 hatte er über 1000 angefertigt, und im Jahre 1855 belief ſich die Anzahl derſelben im September ſchon auf 1065. Der Preis ſeiner Apparate richtet ſich natürlich nach ihrer Größe und nach der Menge von Röhren und der Nebenarbeiten, welche damit verbunden ſind. Ein Apparat mit kleinem Keſſel, den er Nr. 1 nennt, koſtet 150 bis 165 Francs; einer mit Keſſel Nr. 2 200 bis 220 Francs und der größte mit Keſſel Nr. 3 400 bis 420 Francs. Die Keſſel ſind von Rothkupfer und gut verbunden, auch hat das Material die gehörige Stärke, um dem Feuer und dem Druck widerſtehen zu können. Die Nebenarbeiten werden nach folgender Baſis beſonders berechnet: Große kupferne Röhren von 14 Centim. Durchmeſſer koſten pro laufenden Meter 14 bis 16 Fr., der Unterſchied rührt von dem Werthe des Rohſtoffes her, der manchmal ſehr hoch iſt; Röhren von 12 Centim. koſten 13 bis 14 Francs, von 10 Centim. 10 bis 11 Fr., von 8 Centim. 8 bis 9 Francs. Die Klappen zur Herſtellung oder Abſchneidung der Waſſercirkulazion koſten 15, 20 und 25 Francs, je nach dem Durchmeſſer von 8, 10 oder 12 Centim. Die eiſernen Bügel zur Verbindung der Röhrenenden mit Schrauben und Bolzen kommen pro Stück auf 10 Francs für die größten von 14 Centim, und auf 5 Francs für die kleinſten.

Die Thüren der Feuerungen nebſt ihren eiſernen Rahmen koſten je nach der Nummer der Keſſel 10, 12 bis 15 Francs.

Der Apparat Nr. 1, welcher für das auf Blatt

Digitized by Google

120 dargeſtellte Treibhaus in Saint-Cloud verwendet wurde, koſtete nebſt dem Aufſtellen mit allem Röhrenwerk, Klappen, Hähnen und Rauchabzugsröhren 940 Fr. Dazu gehörten 37m0 kupferne Röhren von 11 Cent. äußerm Durchmeſſer wegen der Orangerie, während nur die Hälfte zur Beheizung des Treibhauſes nothwendig geweſen wäre. Dieſe Röhren koſteten pro lauf. Meter 13 Francs. Der Bau des Ofens aus Ziegeln, ſeine eiſernen Umfaſſungsreifen, die eiſernen Stützen für die Röhren ſind im obigen Betrage nicht mit inbegriffen.

Eiſenkonſtrukzion des auf Blatt **120** dargeſtellten Treibhauſes. — Die Verwendung des Schmied- und des Gußeiſens in der Induſtrie überhaupt vermehrt ſich täglich bedeutend, und beſonders im Bauweſen wird es zu vielen Gegenſtänden mit großem Nutzen verwendet. Für Gewächshäuſer iſt das Eiſen beſonders vortheilhaft, denn es laſſen die daraus angefertigten Gerippe mehr Licht in das Innere dringen, als es beim Stein und Holz der Fall iſt, und außerdem iſt es nicht in dem Grade wie jene den nachtheiligen Einflüſſen der Atmoſphäre und den Veränderungen der Temperatur ausgeſetzt. Eiſerne Gewächshäuſer verſchaffen ſich um ſo leichter Eingang, als ſie ſich beſſer in die Form fügen, die man ihnen zu geben beabſichtigt; man bemerkt jetzt Gebäude dieſer Art, die eine große Eleganz zeigen und in keiner Beziehung etwas zu wünſchen übrig laſſen.

Ein Gewächshaus wird meiſtens gegen Oſten gerichtet, denn man hat bemerkt, daß dieſe Lage für das Gedeihen der Pflanzen die vortheilhafteſte iſt; es ſtößt dann gegen eine nach Weſten gewendete ſenkrechte Mauer. So iſt auch die Lage des auf unſerm Blatte dargeſtellten Gebäudes, das von dem Schloſſermeiſter Herrn Bertin in Viry-ſur-Seine ausgeführt wurde. Der obere Theil der Mauer dient zur Paſſage für den Gärtner, wenn er Flechtwerk oder Strohmatten aufzulegen hat.

Hat man über einen geräumigen Platz zu verfügen, ſo kann man ein von allen Seiten beleuchtetes Gewächshaus errichten und am Firſt eine gerade Paſſage wie eine Brücke von 60 bis 70 Centim. Breite anbringen, die man mit einem Geländer ſichert.

In gewiſſen Fällen ſind die Treibhäuſer gewölbartig angelegt, um eine elegante Bedachung herzuſtellen; da aber dieſe Bedachung mehr Koſten verurſacht, ſo begnügt man ſich im Allgemeinen mit den geneigten Dächern wie das in Fig. 3 dargeſtellte. Man richtet ſie mit Klappen ein, die man von innen öffnen kann, damit ſo viel als möglich Luft in die verſchiedenen Theile des Raumes einſtröme.

In einer Höhe von 75—80 Cent. vom Boden ab ſind drei Seiten unſeres Treibhauſes ganz und gar Glaswände; auch die Scheidewand N, welche das Treibhaus von der Orangerie trennt, ſich aber noch über das erſtere erhebt, iſt verglaſt und mit einer Glasthüre Q′ zur Verbindung der beiden Räume verſehen. Die Glasthür P′ in der Glaswand N′ führt zu dem Kabinet des Gärtners.

Aus Fig. 3. iſt die Anordnung der eiſernen Gerippe, der obern Verglaſung und der beweglichen Klappen zum Einlaſſen der äußern Luft deutlich zu ſehen. Jedes Gerippe beſteht aus einem Flacheiſen S (Fig. 10), von dem ein gerader und ſenkrechter Theil bis unter den Boden hinab in die Ziegelmauer T eingreift, welche die Vorderſeite des Gebäudes bildet. Der geneigte oder ſchiefe Theil geht bis zur Mauer hin, wo er mit derſelben verbunden iſt. Wegen der feſten Rahmen U und der beweglichen Rahmen U′ kann dieſe Fläche nicht eine ganz gerade Linie bilden. Flache Eiſen i (Fig. 11) von nur 6 Millim. Stärke ſind an jeder Seite angenietet und bilden durch ihren Vorſprung einen Falz, in den ſich die Seite dieſer Rahmen hineinlegt, wenn ſie geſchloſſen ſind.

Alle Rahmen beſtehen aus winkel- oder ┬förmigem Eiſen j, wie aus Fig. 12 und 13 zu erſehen iſt. Man belegt ſie mit ſtarken Glasplatten k, welche ſich, wie aus Fig. 14, 15 und 16 hervorgeht, etwas überdecken und ſeitwärts verkittet werden. Zur größern Feſtigkeit werden in den kleinen an ihren Ecken angebrachten Löchern hier und da Stifte eingelaſſen.

Die ſenkrechten Rahmen der Faßade ſind auf dieſelbe Art konſtruirt und nur die Eiſen j ſind an den Theilen doppelt ┬förmig, welche nicht an die Rippen (Fig. 17) genietet ſind, weil ſie ſtatt einer zwei Glasplatten aufnehmen müſſen. Da dieſe Faßade unbeweglich iſt, ſo zieht man es in der Regel vor, ſie wegen der jungen Pflanzen und der Wurzelreiſer, die in dem Kaſten M vorbereitet werden, von Doppelgläſern herzuſtellen.

Die äußern Ränder der beweglichen Rahmen U′ werden nach Fig. 18 und 19 auf die Eiſen gelegt. An der Seite, an welcher ſie ſich drehen ſollen, ſind eine Art Angeln l, um die ſie ſich bewegen, wenn man ſie hebt, und an der andern Seite im Innern die

Digitized by Google

Ringe m angebracht, an die man die Zugſtangen n (Fig. 3) befeſtiget, welche mit Löchern und am Ende mit einem Griff verſehen ſind. Dieſe Zugſtangen greifen mit einem ihrer Löcher in die eiſernen Haken o ein, die über der Verglaſung an den ſenkrechten Schienen p (Fig. 18) befeſtigt ſind, welche über den Gerippen ſtehen, um dieſelben in ihren Entfernungen voneinander zu erhalten und um den Raum zu begrenzen, welcher zwiſchen dem obern und untern Rahm bleiben muß. Wenn die letztern geſchloſſen ſind, ſo legt man die Zugſtangen, damit ſie nicht ſenkrecht in das Gewächshaus hinunterhängen, auf die Querſtäbe q, die ihnen als Träger dienen.

Wie bereits erwähnt, dient die Krone der Mauer, woran ſich das ganze Gebäude lehnt, zur Paſſage für den Gärtner, wenn er die Schnüre anzubinden hat, welche die Strohmatten oder Hürden halten und über kleinen Rollen laufen, die an dem Fuß des auf Deckplatten ſtehenden Geländers x von Strecke zu Strecke angebracht ſind. Auch Reparaturen, Einſetzen neuer Gläſer, die Reinigung u. ſ. w. werden von dieſem Gange aus beſorgt.

Der Kaſten M für die Behandlung der Sprößlinge iſt aus Eichenholz, 60 bis 80 Centimeter breit, und wird von eiſernen Konſolen (Fig. 3) getragen, die in der Mauer eingelaſſen ſind. Unter dieſem Kaſten läßt man die Cirkulazionsröhren J und K ſich hinziehen, damit in ihm eine ſolche Temperatur erzeugt werde, wie ſie für die jungen Pflanzen nothwendig iſt.

In der Mitte des Gewächshauſes ſteht die Etagere Y für die Aufſtellung der Blumentöpfe, und längs der Mauer iſt ein ſchmaler Raum für ſeltene Pflanzen oder Geſträuche, z. B. Kamelien, beſtimmt, welche die ganze Wand bedecken.

Die Orangerie iſt von Holz auf Grundmauern von Stein und Ziegel erbaut. Die Fenſter öffnen ſich nach außen und drehen ſich um ſich ſelbſt. Das Innere hat eine Decke und die obere Fläche des Gebäudes iſt mit Zink abgedeckt.

Backofenkonſtrukzion nach kontinuirlichem Principe.

Von dem Ingenieur Herrn Joh. Anders.

(Mit Zeichnungen auf Blatt **121** und **122**.)

Die allgemein üblichen Backöfen wirken als Maſſenöfen durch ſtrahlende und mittheilende Wärme. Sie beſtehen aus ſchlechten Wärmeleitern (Mauerwerk, Lehm ꝛc.), in welchen durch Feuerung ein zum Ausbacken des Brodes nothwendiges Wärmequantum geſammelt und das nach Beſeitigung des Feuers dem Brode zur Ausbackung übertragen wird. Die Erhitzung des Backofens und die Backung des Brodes geſchieht in dieſen Oefen nicht zu gleicher Zeit; jede dieſer Operazionen geſchieht für ſich und nacheinander.

Die Konſtrukzion der Backöfen ſoll hauptſächlich eine gleichförmige Erwärmung des Backraumes bezwecken und die durch die Feuerung entwickelte Wärme ſo viel als möglich für die Backung verwenden laſſen.

Ferner ſollten, wegen der immer mehr ſteigenden Holzpreiſe einestheils und der Aufſchließung der Kohlen und Torflager anderſeits, die Backöfen für Feuerungen mittelſt Steinkohle, Kohks oder Torf eingerichtet werden, wenn dieſe Brennſtoffe zu Gebote ſtehen.

Gewöhnlich werden die Backöfen durch Anheizen ſo erhitzt, daß das Gebäck während der Backzeit von dreiviertel bis eine Stunde einer Temperatur von 200 bis 250° C. ausgeſetzt iſt.

Nach dem Ausſchießen des Brodes bleibt nun ein beträchtlicher Theil Wärme im Ofenkörper zurück, der entweder ganz verloren geht oder benutzt wird, je nachdem die fernere Backung eingeſtellt oder fortgeſetzt wird. Um eine zweite Backung auszuführen iſt die noch vorhandene Hitze des Ofens nicht mehr hinreichend; man muß ſtets ein neues Wärmequantum der Ofenmaſſe zuführen, das heißt, nachheizen. Beim dritten Gebäcke wird noch weniger nachzuheizen ſein, bis etwa vom fünften Gebäcke an die Nachheizung nicht mehr abnimmt, ſondern konſtant bleibt. Von da an beträgt ſelbe, wie die Praxis lehrt, etwa ein Drittel von der beim erſten Heizen des Ofens aufgegangenen Brennſtoffmenge.

Es ergibt ſich ſchon hieraus, daß fortwährend arbeitende Bäckereien bedeutend weniger Heizkoſten verurſachen und daß der Betrieb in einer Haushaltung, wo für jedes Gebäck friſch der Backofen geheizt wird, in der vorderſten Reihe der Brennſtoff-Verwüſtung ſteht.

Digitized by Google

Noch größere Vortheile bieten aber die kontinuirlichen Backöfen, bei denen die Backung ununterbrochen geſchehen kann, weil bei ihnen die Feuerung von dem Backraume ganz getrennt ſituirt iſt. — Die kontinuirlichen Backöfen gewähren noch außerdem folgende Vortheile.

1. Die Wärme, welche bei den gewöhnlich üblichen Backöfen (den intermittirenden) während der Zeit des Anheizens für die Backung des Brodes ſelbſt verloren geht, wird bei den kontinuirlichen Oefen benützt.

2. Werden die kontinuirlichen Backöfen nicht leicht überhitzt, weil bei ihnen die Feuerung, von dem Backraum getrennt, ganz in der Willkühr des Bäckers liegt und ſonach eine zweckmäßige, gleichförmige Erhitzung des Backraumes ſtets erzielt werden kann, was aber nicht der Fall bei den intermittirenden Oefen iſt.

Bei letzteren geht wieder ein Theil Wärme unbenutzt verloren, wenn ſie überhitzt ſind, da man ſie vor dem Einſchießen des Gebäckes mit naſſen Fetzen bis auf die zweckmäßige Temperatur abkühlen muß, durch welche momentane Abkühlung das Baumateriale des Ofens zugleich ſehr leidet.

3. Iſt der kontinuirliche Backofen zu ſchwach geheizt, ſo kann durch eine Verſtärkung des Feuers, auch wenn das Gebäck ſchon im Backeaume iſt, geholfen werden; bei den intermittirenden Oefen iſt dies nicht mehr möglich und man erhält in dieſem Falle ein unausgebackenes Brod.

4. Wirkt bei den Backöfen nach kontinuirlichem Principe das Feuer nicht direkt auf den Backraum, daher das Baumateriale desſelben nicht ſo ſehr leidet.

5. Wird eine mehr gleichförmige Erwärmung des Backraumes erzielt, während bei dem gewöhnlichen Backofen der Heizer viele Uebung und eine genaue Kenntniß ſeiner Beſchaffenheit braucht, um dieſe gleichförmige Erwärmung zu erzielen.

6. Eignen ſich die Backöfen nach kontinuirlichem Prineipe für jede Gattung Brennſtoff und ſind dem fabriksmäßigen Gange entſprechender.

Die Konſtrukzion der gewöhnlichen Backöfen iſt hingegen einfacher und billiger als die der kontinuirenden; daher letztere in dem einzelnen Haushalte nicht Eingang finden werden.

Faßt man aber die Wichtigkeit und Allgemeinheit der Broderzeugung vom nazionalökonomiſchen Standpunkte auf, ſo werden die oben angeführten Gründe verlangen, daß mit Nachdruck den Privatbacköfen entgegen und dahin geaebeitet weede, daß nach dem Geundſatze der Aſſociazion Gemeindebacköfen nach kontinuirlichem Principe errichtet werden, die man entweder an Bäcker verpachtet oder welche die Gemeindeglieder ſelbſt gegen Entrichtung eines kleinen Geldbetrages benützen können.

Derlei Gemeindebacköfen können nun ſolide und zweckmäßig erbaut werden und ſteuern zugleich der Feuersgefahr. — So beſtehen in Württemberg intermittirende Gemeindebacköfen, die an Bäcker verpachtet ſind, und es ſtellte ſich ſchon bei dieſen eine bedeutende Holzerſparung heraus; die Erſparung an Brennſtoff würde aber durch ſolche gemeinſchaftlich zu benützende Backöfen noch ſehr geſtrigert werden, wenn ſolche nach kontinuirlichem Principe konſtruirt werden.

Die kontinuirlichen Backöfen theilen ſich nach den angewandten Principien a) in ſolche, die mittelſt erwärmter Luft, b) in ſolche, welche durch übeehitzten Dampf, und c) in jene, die mit übeehitztem Waſſer — nach Perkins — in Betrieb geſetzt werden.

Da bei dem unter b) angeführten Principe ein zu hoher Feuchtigkeitsgrad im Backraume erzeugt und dadurch das Brod ſchwammig wird, wie es Violette in St. Omer bei ſeinem Backofen erfahren, ſo ſollen hier nur die zwei andern Konſtrukzionen a) und b) angeführt werden. — Hinſichtlich des Ein- und Ausſchießens des Gebäckes unterſcheidet man ebenfalls ein intermittirendes und ein kontinuirliches. Die erſte Methode zerfällt wieder in eine ſucceſſive und in eine momentane.

Das ſucceſſive Ein- und Ausſchießen des Brodes (das allgemein übliche) iſt das langwierigſte und koſtſpieligſte; der Schießer, der mit einer Schaufel die Arbeit verrichtet, beſchädigt die Sohle des Backraumes und zugleich iſt der Vorgang mühſam und den Augen des Aebeiters ſehr ſchädlich; der Teig kommt hiebei ungleich gegohren in den Backeaum, weil vor dem Einſchießen ſo viel Gebäck geformt ſein muß als der Backraum faßt; das Gebäck ſelbſt wird nicht gleichförmig ausgebacken, da es durch dieſe Methode verſchieden lange Zeit im Backraume verbleibt.

Das Blatt der Backſchaufel ſoll der größeren Dauer wegen aus Eiſenblech ſein.

Das momentane Ein- und Ausſchießen des Brodes geſchieht durch eine Blechplatte, die ſo lang und breit als der Backeaum iſt, und auf welche der Teig zu liegen kömmt. Dieſe Blechplatte ruht wieder auf einem Geſtelle,

Digitized by Google

das mittelſt Rollen oder Räder auf einer Eiſenbahn in den Backraum gebracht und dann ausgeſchoben werden kann.

Dieſe Methode beugt den angeführten Nachtheilen des ſucceſſiven Ein- und Ausſchießens bis auf jenen vor, daß das Gebäck ungleich gegohren in den Backraum kommt, und beſitzt noch den Vortheil, daß man den Teig zweckmäßig auf der Platte vertheilen kann.

Das kontinuirliche Ein- und Ausſchießen geſchieht durch eine Bahn ohne Ende, die ſich um zwei quer gelegte in Bewegung geſetzte Rollen bewegt und im Backraume angebracht iſt. Die Bahn beſteht entweder aus einem Drahtnetze oder aus einem Syſtem einzelner Blechplatten. Das Einſchießen geſchieht mit Hülfe hölzerner Tafeln von drei bis vier Quadratſchuh Fläche oder mittelſt einer eigenen Einſchießmaſchine. Das Ausſchießen geſchieht am entgegengeſetzten Orte von ſelbſt durch die Bewegung der Bahn und zwar jedesmal dann, wenn die ſchon am längſten im Backraum, ſich alſo unmittelbar vor dem Auslaßloche befindliche Partie des Brodes ausgebacken iſt. Die Bewegung der Bahn geſchieht alſo ruckweiſe und wird, wenn nicht anders, vermittelſt der an den Wellen befeſtigten Hebelsarme durch Menſchenhände bewirkt.

Um das herausſtürzende Gebäck gegen das Abſtoßen zu verwahren, bringt man beim Auslaßloche eine aus Blech erzeugte Sinuſoide an.

Dieſe Methode verbindet die Vortheile des momentanen Ein- und Ausſchießens, erzielt aber noch, daß der Teig gleich gegohren in den Backraum gelangt und daß man vor dem Backofen nicht ſo viel Raum benöthiget.

Die Zeit, die zum Heizen des Ofens und zum Ein- und Ausſchießen des Gebäckes bei den gewöhnlichen Oefen verwendet wird, benutzt man bei dem kontinuirlichen Prineip zur Backung ſelbſt; man kann daher bei gleicher Größe der Oefen in letzteren durch dieſelbe Zeit noch einmal ſo viel backen.

Die Zeichnungen auf **Blatt 121 u. 122** ſollen dieſe Konſtrukzionen und Methoden näher erläutern. —

Die Figuren 1—7 auf **Blatt 121** ſtellen einen Backofen nach kontinuirlichem Prineipe mit Luftheizung und momentanem Ein- und Ausſchießen dar; dieſe Konſtrukzion iſt ausgeführt und im Betriebe nach der Angabe des Herrn Serré in der dresdner Kommunalbäckerei; ferner arbeiten nach dieſem Principe Harriſon, Dembſter und Haylock.

Fig. 1 iſt der Grundſchnitt über dem Feuerraume, Fig. 2 der Schnitt durch die Luftkammer, Fig. 3 durch den Backraum, Fig. 4 ein Schnitt über dem Backraum, Fig. 5 ein Querſchnitt, Fig. 6 das Längenprofil und Fig. 7 daneben ein Detail dieſes Backofens. Der Heizraum a befindet ſich unter dem Backraum b; bei größerer Breite desſelben iſt es der gleichförmigen Erwärmung wegen, wie hier dargeſtellt, beſſer, zwei Feuerherde anzubringen. Der Roſt c kann wegen der Reinigung leicht auf einer kleinen Eiſenbahn herausgeſchoben werden. Damit die Verbrennungsprodukte — der Rauch — vollſtändiger verbrennen, iſt der Feuerraum zuſammengezogen und ſomit ſind Zellen konſtruirt, in welche die Stichflamme einſpielt. Dieſe Zellen werden durch hochkantig gelegte Ziegel gebildet und ſind mit Dachziegel, die ineinander gefalzt ſein können, überdeckt, wie es aus den Figuren bei d zu erſehen iſt. Der Theil der Decke, welcher ſich über der Gluth befindet, bildet ein 6 bis 9 Zoll dickes Gewölbe aus feuerfeſten Ziegeln. Hat man kein feuerfeſtes Material zur Dispoſizion, ſo kann auch die Trennung des Feuerraumes von dem obern Raum durch Gußeiſenplatten geſchehen. Vortheilhaft iſt es noch, wegen der beſſern Verbrennung der Gaſe, in die Verengung des Feuerraumes bei d Sauerſtoff — alſo atmoſphäriſche Luft — von außen durch Porzellan- oder Gußeiſenröhren einzuleiten, die gegen die Zellen hin fein durchlöchert ſind, wie es das Detail Fig. 7 darſtellt.

Ober dem Feuerraume iſt eine Luftkammer e angebracht, welche eine allenthalben gleichmäßige Erhitzung des Backraumes erzielt, beſonders bei ſehr langen Backöfen, und die direkte Einwirkung der Rothglühhitze auf das Gebäck hindert.

Die Luft dieſer Kammer erhitzt ſich an den dünnen ſehr heißen Dachziegelüberdeckungen und an den übrigen Wänden und backt unmittelbar das Brod. Der Rauch nimmt ſeinen Weg durch die beiden vertikalen Züge f, geht durch die Kanäle g nach vorne und endlich in den Rauchfang i. Bei k ſind Stopfbüchſen zum Reinigen dieſer Züge.

Der Backraum b iſt ſomit ganz von heißer Luft und den heißen Gaſſen umgeben, welch letztere auf dem langen Wege durch die Züge ſehr viele Wärme abgeben. Die Züge ſchließen ſich mit der breiteren Fläche an den Backraum, welcher mit einer Gußeiſenplatte überdeckt iſt, durch welche Platte und durch das Gewölbe n die Züge g gebildet werden.

Digitized by Google

Ueber dieſem Gewölbe iſt ein Keſſel o, der theils zum Wärmen des zum Backen erforderlichen Waſſers, theils aber dazu dient, den Backofen gegen oben durch einen ſchlechten Wärmeleiter, wie es Waſſer iſt, abzuſchließen. Will man den Keſſel o nicht anbringen, ſo wird das Gewölbe des Backraumes mit ſchlechten Wärmeleitern, Sand, Aſche, Ziegelpflaſter, Lehm ꝛc. bedeckt. Ober dem Waſſerkeſſel iſt die Trockenkammer p, deren Boden aus Gußeiſenplatten beſteht, die auf ⊤ förmigen Gußeiſenträgern liegen. Dieſe Trockenkammer dient zum Trocknen des Zwiebacks, da dieſer Ofen auch zur Zwiebackerzeugung geeignet iſt. Iſt der Ofen für den letzteren Zweck aufgeſtellt, ſo wird der Keſſel o nicht mit Waſſer gefüllt. Um den ganzen Backofen noch beſſer gegen die Fortleitung der Wärme zu ſchützen und auch, um das Springen des Mauerwerks, das ohnehin gut verankert ſein muß, noch mehr zu hindern, iſt um den Backraum und Feuerraum herum der Luftmantel q angebracht. Bei r befindet ſich das Mundloch und bei s das Auslaßloch.

Um bei eintretender Schadhaftigkeit des Backraumes die nöthige Reparatur vornehmen zu können, muß in einer der Stirnmauern unter dem Mund- oder Auslaßloche ein Entlaſtungsbogen angebracht ſein, der während des Auswechſelns das darüber befindliche Mauerwerk zu tragen fähig iſt.

Der Ofen ſitzt bis zum Niveau L M (Fig. 6) im Erdreiche, nur iſt bei t ein Heizgang ausgehoben, welcher mittelſt Eiſengitter und Gußeiſenträger überdeckt iſt.

Das Ein- und Ausſchießen geſchieht momentan durch einen Karren mit einer Blechplatte, alles aus Eiſen. Dieſe Platte iſt die Backſohle für das Brod. Der ganze Karren wird mittelſt Haken auf einer Eiſenbahn ein und ausgeſchoben. Die beiden Thüren des Mund- und Auslaßloches ſind aus Schmiedeiſen nach der ganzen Breite des Backraumes und nach oben zu mittelſt eines Hebels und Scharniers zu öffnen; ſie ſchließen ſehr gut und werden bei geöffneter Lage durch einen Haken feſtgehalten, wie es die punktirte Zeichnung darſtellt. Dieſe Thüren, ſo wie die des Feuerraumes, ſollen doppelt mit Aſche ausgefüttert gefertigt ſein, damit ſie zu ſchlechten Wärmeleitern werden.

Die Bahnſchienen im Backraume ruhen auf Gußeiſenträgern.

Ein ſolcher Serré'ſche Backofen erzielt ein großes Erſparniß von Brennmaterial durch die beſſere Verrennung der Gaſe und Benützung der Wärme des abziehenden Rauches. Serré behauptet, daß das Holzkonſume ſeines Ofens ſich zu jenem des öſterreichiſchen Normalofens für Militärbäckereien (ein intermittirender gewöhnlicher) verhält wie 5 : 12.

Dadurch, daß man die Feuerung gänzlich in ſeiner Gewalt hat, kann man den Backraum beliebig mehr oder weniger erhitzen.

Die Feuerung ſelbſt kann mit jedem Brennſtoffe geſchehen, da nur der Roſt und der Heizraum für das gewählte Brennmaterial einzurichten iſt.

In den Figuren 1 bis 7 (**Blatt 122**) iſt ein anderer kontinuirlich arbeitender Backofen dargeſtellt, bei welchem die erhitzte Luft cirkulirt.

Dieſe Konſtrukzion iſt durch Lemare und Jametel in Montrouge, begleitet durch die beſten Erfolge, ausgeführt. Sie erlaubt eine ganz gleichförmige Erwärmung des Backraumes, und man kann nach Willkühr die Temperatur in demſelben ſteigern oder vermindern.

Fig. 1 iſt ein Horizontaldurchſchnitt durch die Galerie und Aſchenkammer; Fig. 2 ein Horizontalſchnitt durch die Rauchzüge; Fig. 3 ein horizontaler Schnitt durch die Luftzüge; Fig. 4 ein Horizontalſchnitt durch den Backraum; Fig. 5 und 6 ſind zwei ſenkrecht auf einander ſtehende Vertikalſchnitte; Fig. 7 vordere Anſicht des Ofens. Hierbei iſt a der Feuerraum, welcher durch die Thüren p und q geſchloſſen wird, b iſt die Aſchenkammer, und c c ſind Pfeiler, welche, überwölbt, die Galerie g g bilden, die als Reſervoir der erwärmten Luft dient; h h ſind gußeiſerne Röhren, welche die erhitzte Luft aus dem Reſervoir g in die Luftzüge r r führen, und i i ebenfalls ſolche Röhren, welche die erhitzte Luft aus den genannten Luftzügen in den Backraum leiten; n n (Fig. 7) ſind Thüren, welche kalte Luft von außen in die Galerie g g führen, und zugleich wird durch einen Kanal m, der aus dieſer Galerie in die Aſchenkammer führt, die Luft zur Verbrennung in den Heizraum a gebracht; l iſt ein Waſſerreſervoir, aus dem das zum Betriebe nöthige warme Waſſer durch den Hahn s abfließen kann.

Der Rauch zieht aus dem Heizraum a in die Züge d und entweicht durch den Schornſtein e.

Die äußere Luft, welche durch die Thüren n in die Galerie g dringt, erwärmt ſich hier ſchon an den heißen Wänden des Heizraumes und erhebt ſich nach der Cirkulazion um die Heizwände herum, als ſpecifiſch leich-

Digitized by Google

tere, zum Theil durch die Röhren h h in die Luftzüge r, welche unter der Backsohle und ober den Rauchzügen d angebracht sind, und erhitzt sich hier an der Decke dieser Züge noch mehr.

Sie zieht sodann durch die Oeffnungen i i in den Backraum selbst.

Zugleich erhebt sich ein anderer Theil der erwärmten Luft der Galerie g direkt in den Backraum durch das Rohr o. Die nun durch das Brod zum Theil abgekühlte Luft des Backraumes sinkt durch die Röhre f zur neuen Erwärmung wieder in die Galerie g und wird durch stärker erhitzte Luft durch die Röhren h oder o wieder ersetzt.

Bei v ist ein Mantel zum Auffangen und Abführen der mit Dämpfen geschwängerten Luft, welche durch die beiden Mundlöcher k k aus dem Brodraum entlassen werden kann, wenn es erforderlich scheint.

Durch Register, deren Handhaben bei h_1, h_1, i_1, i_1, o_1 und f_1 ersichtlich sind, hat man sowohl die Leitung der heißeren als kälteren Luft, respektive durch die Röhren h h und o, vollkommen in der Gewalt und kann somit die Temperatur im Backraume beliebig erhöhen oder erniedrigen.

Um dem Gebäcke eine starke, rasche Kruste zu verschaffen, hat man nur nöthig, wenn dasselbe schon nahe seiner Ausbackung ist, die Thüren der Mundlöcher k k häufiger zu öffnen, damit die feuchte Luft in den Mantel abziehe und heißere und trockene Luft durch die Röhren h h zuzuleiten.

Um das Feuer beliebig reguliren zu können, bekömmt der Schornstein ebenfalls ein Register.

Die Thüren des Heizraumes und der Aschenkammer bleiben stets ganz geschlossen, außer wenn frischer Brennstoff eingelegt werden muß.

Zur Feuerung selbst kann man sich eines jeden Brennstoffes bedienen, nur muß der Rost danach eingerichtet werden.

Im Jahre 1850 baute Perkins in seiner Fabrik einen großen Backofen, der mit dem Warmwasser-Röhrensystem versehen wurde, um Versuche anzustellen. Die gemachten Erfahrungen benützend, erbaute er später auf Bestellung des Bäckers Nevill in London zwei andere Oefen nach diesem Principe, die bis jetzt mit bestem Erfolge im Betriebe sind.

Perkins Heizprincip beruht auf der Bewegung des Wassers in einer kontinuirlichen Röhre, wenn der eine Röhrentheil einer höheren Temperatur als der andere ausgesetzt ist, und auf den Gesetzen der strahlenden und fortleitenden Wärme des Wassers.

Bei diesem Principe wird überhitztes Wasser, also von mehr als einer Atmosphäre Spannung, angewendet.

Die Fig. 7—16 (**Blatt 121**) zeigen die Konstrukzion eines Backofens, in welchem die Backung des Brodes nach diesem Principe und durch kontinuirliches Ein- und Ausschießen geschieht.

Die Fig. 7 ist ein Horizontalschnitt durch die Heizkammer; Fig. 8 ein Horizontalschnitt durch den Backraum; Fig. 9 ein vertikaler Längenschnitt; Fig. 10 ein vertikaler Querschnitt; Fig. 11—16 sind Details.

In dem Heizraume a, über der Aschenkammer b angebracht, ist eine Schmiedeisenröhre c von 1 Zoll Durchmesser, spiralförmig gewunden. Das obere Ende der Spirale steigt durch die Heizkammer d bei e in den Backraum f, durchzieht denselben der Länge nach, wobei es sich alle fünf Zoll weit in andere parallele Röhren abästet, durchstreicht unten auf der Sohle den Backraum und fällt von der Mitte der Backofenlänge bei g zurück in den Feuerraum, wo es sich mit dem untern Ende der Spirale verbindet.

Das ganze Röhrensystem ist also kontinuirlich.

Wegen der gleichmäßigen Erhitzung des Backraumes ist es ferner besser, zwei Aufsteig- und zwei Abfallröhren anzulegen.

Das Röhrensystem ist mit Wasser gefüllt; der Theil desselben in dem Feuerraume wird bis zur Rothglühhitze erwärmt, wodurch sein Wasser specifisch leichter wird. Das kältere und darum schwerere Wasser in den Abfallröhren drückt dann das heißere, leichtere Wasser durch die Aufsteigröhren in den Backraum.

Hier gibt das heiße Wasser durch die sehr lange Röhrentour einen großen Theil seiner Wärme ab, und sinkt nun, schwerer geworden, durch die Abfallröhren wieder in den Heizraum. Diese Cirkulazion dauert so lange als gefeuert wird oder besser, so lange das Wasser in dem ganzen Systeme eine verschiedene Temperatur hat.

Die Sicherheit der Röhren ist groß, weil dieselben, aus dem besten Schmiedeeisen verfertigt, einer Tormentirung von 2600 Pfund pro Quadratzoll Fläche vor dem Gebrauche unterworfen werden, während sie nur einem Drucke von 436 Pfund pro 1 Quadratzoll Fläche zu widerstehen haben. Sie können dann bis zu 370° C.

Digitized by Google

erhitzt werden; die Backung selbst aber geschieht bei einer Temperatur von 210° C.

Zur Erzielung größerer Sicherheit und Vermeidung einer möglichen Röhrenexplosion sind noch bei h zwei Systeme von Fühlhebeln angebracht, welche bei einer zu großen Erhitzung durch die Ausdehnung des Röhrenbestandtheiles i afficirt werden und sodann das Rauchrohr k des Feuerraumes durch die beiden Klappen l zum Theil oder ganz abschließen. Hierdurch wird die Feuerung gedämpft, durch sich selbst regulirt und sonach einer zu großen Erhitzung des Wassers vorgebeugt.

Um diese Vorrichtung für eine bestimmte Temperatur des Wassers thätig zu machen, haben die Aufsteigröhren bei m und die Hebel n bei o Schraubenwindungen, um durch Versuche die Stellung der Schraubenmutter i und die Länge des Hebels n bestimmen zu können.

Statt dieser Fühlhebel können auch leichtflüssige Metall-Legirungen angewendet werden.

Die Aufsteigröhren münden oben in die hermetisch geschlossenen Expansionsröhren p, welche nothwendig werden, weil das Volumen des Wassers durch Erhitzen ein größeres wird. Zugleich wird der ganze Apparat von diesen Expansionsröhren aus mit Wasser gefüllt, jedoch nur so hoch, daß die Expansionsröhren selbst leer bleiben.

Bei q (Fig. 10) kann das Wasser aus dem Apparate ausgelassen werden.

Bei r ist das Schürloch, durch welches der Brennstoff eingeworfen wird; der Backraum f selbst wird gebildet durch die vertikalen Ofenmauern und durch zwei Gewölbe. Derselbe ist der größeren Reinlichkeit wegen mit starkem Eisenbleche ausgefüttert. Ueber dem Backraum ist der Kessel s für warmes Wasser und über diesem die Trockenkammer t.

Ueber beide gilt das bei der ersten Konstrukzion Gesagte; u sind Kanäle, um die warme Luft der Heizkammer zur Benützung für die Trockenkammer t abzuführen. Das feuerfeste Mauerwerk ist auch bei dieser Konstrukzion mit einem Luftmantel umgeben. Die Backung geschieht auf einer kontinuirlichen Bahn aus einem Drahtnetze oder aus Eisenplatten, welche Bahn sich um die beiden Rollen v schlingt, die durch die Räder x bewegt werden.

Damit diese Bahn durch das Gewicht der Brode nicht einbiege, ruht sie auf mehreren Frikzionsrollen. Wichtig ist es, eine gehörige Dicke der Platten zu wählen, damit die untere Brodkruste vollkommen ausbacke. Perkins nimmt $^3/_4$ bis $1^1/_2$ Zoll dicke Platten aus Gußeisen. Die Brode liegen auf schwachen Blechplatten und werden sammt diesen eingeschossen. Das Ein- und Ausschießen hiebei ist strenge genommen kein kontinuirliches, sondern geschieht momentan für jedes Blech, jede Portion Teig.

Es wird nämlich zuvor die Auslaßthür y geöffnet; durch die Bewegung der Bahn fällt eine solche ausgebackene Porzion über die Sinusoide in einen Karren; hierauf wird die Auslaßthür geschlossen und das Mundloch α geöffnet, durch welches eine frische Porzion Teig eingeschoben wird. Die einzelnen Porzionen müssen unter einander gleich sein, damit der Backraum immer ganz mit Gebäck gefüllt sei und der gleichmäßige Gang der Backung nicht unterbrochen werde.

Beide Thüren des Mund- und Auslaßloches dürfen zu gleicher Zeit nicht geöffnet sein, weil durch den eintretenden Zug viele Wärme verloren ginge.

Auf die dampfdichte Schließung der Thüren legt Perkins großen Werth. Bei Nevill sind es gewöhnliche starke Thüren mit doppeltem Falze und gilt auch hier das bei der ersteren Konstrukzion Gesagte.

Der ganze Backofen ist bis zum Niveau E F (Längenschnitt) des Fußbodens der Backküche ins Erdreich eingebaut, nur ist bei Z ein Heizgang ausgehoben.

Die Fügung der Röhren ist sehr zweckmäßig; das eine Ende ist schneidig, das andere platt. Eine Umhüllungsschraube zieht beide Röhren, die entgegengesetzt geschnittene Schraubenwindungen haben, an, und preßt sie ineinander, wodurch ein ganz hermetischer Schluß erzielt wird. Die Figuren 13. 14. 15. 16 zeigen die verschiedenen Verbindungen im Detail.

Um 1000 Pfund Weißbrod aus Weizenmehl zu backen, braucht Nevill nur für 37 Kreuzer ordinäre Steinkohle.

Das Brod, welches Nevill liefert, ist das schönste in ganz London; es scheint daher, daß die Erwärmung des Backraumes mit überhitztem Wasser zweckmäßig ist und daß vielleicht die Luft im Backraume jenen Feuchtigkeitsgrad und jene gleichförmige Temperatur besitzt, welche dem Gebäcke das schöne Ansehen geben.

In diesem Backofen kann eine Verbrennung des Brodes nicht stattfinden, weil die Erhitzung bei aller

Digitized by Google

Unachtsamkeit des Heizers nur bis zu einem gewissen Grade getrieben werden kann, welche durch das Hebelwerk bestimmt wird.

Die Erwärmung des ganzen Backraumes ist eine sehr gleichmäßige, konstante und nachhaltende, da bekanntermaßen das Wasser wärmehaltender ist als Luft oder Dampf.

Anderseits muß aber wieder bemerkt werden, daß der ganze Apparat komplicirt und kostspielig ist, daß die Möglichkeit einer Explosion der Röhren doch eintreten könnte, und daß es dahingestellt bleibt, ob nicht mit der Zeit sich in dem Röhrensysteme Kesselstein absetzen wird, der es zu einem schlechten Wärmeleiter umbilden würde. —

Die Form des Brodes ist in Oesterreich, Frankreich und Belgien eine runde; in England, Preußen und Sachsen — beim Militärverpflegswesen — eine viereckige. Die letztere Form empfiehlt sich besser, weil bei dieser der Backraum eine größere Quantität Teig aufnimmt und viereckige Brode besser als runde verpackt werden können, was für Militärzwecke von Wichtigkeit ist.

In neuerer Zeit, wo allenthalben zur Ersparung der Handarbeit Maschinen angewendet werden, können auch bei der Zubereitung (Knetung) des Brodes dieselben Anwendung finden.

Man wirft der Bereitung des Teiges durch Menschenhände vor, daß sie unrein und ungesund sei und empfiehlt deshalb Knetmaschinen. Beim Lichte betrachtet dürften beide Einwürfe nicht ganz stichhaltig sein; denn unreinlich könnte das Kneten nur dann genannt werden, wenn man dasselbe mit den Füßen verrichtet; dagegen aber ist es offenbar Uebertreibung, wenn man dasselbe bei dem Kneten mit den Händen voraussetzen will, da die Ausdünstung der Hände eine sehr geringe ist.

Eben so unbegründet ist es ferner, das gewöhnliche Kneten eine ungesunde Arbeit zu nennen, obschon nicht in Abrede gestellt werden kann, daß sie sehr anstrengend sei. Allein gegen diese läßt sich die allgemeine Erfahrung anführen, daß es immer sehr schwer und zuweilen gar nicht ausführbar ist, Handarbeit durch Maschinen verrichten zu lassen, wenn dabei der Tastsinn insbesondere in Anwendung kommt. Dies ist nun aber bei dem Kneten im hohen Grade der Fall und von Wichtigkeit. Verschiedenheiten in der Konsistenz, fremde Körper, Körner, ganze Steine, trockene Mehlklümpchen, werden bei einiger Uebung leicht durch das Gefühl unterschieden und leiten den Bäcker mit Sicherheit. Die stufenweise, planmäßige, allmählige und sichere Untereinandermischung von Wasser, Sauerteig und Mehl, dieses Ab- und Zuthun, welches sich den Umständen jeden Augenblick anschmiegt, ist ungemein schwerer durch Maschinen wieder zu geben; um so mehr als die teigende Fähigkeit des Mehles nach Fruchtgattung, Jahrgang, Aufbewahrung ꝛc. wechselt und danach in einer Weise eine verschiedene Behandlung erheischt, wie sie dem Handarbeiter sein Gefühl angibt.

Wenn gleich nun Knetmaschinen für den kleinen Betrieb, z. B. in Haushaltungen aus eben genannten Gründen nicht zweckmäßig zu verwenden sind, so wird man sie denn doch in Bäckereien, wo im Großen producirt wird, mit vielem Vortheile und großer Oekonomie anwenden, weil ja ohnehin das große Quantum des zu verarbeitenden Teiges nicht gestattet, diese besondere Sorgfalt der Knetung des Teiges zuzuwenden.

Alle bisher konstruirten Knetmaschinen sind entweder feststehende Tröge oder Behälter, in welchen sich die Knetapparate bewegen, oder auch bewegliche um eine Achse drehbare Tröge mit daran befestigten Knetapparaten. Dieser Apparat selbst ist gewöhnlich ein System von Messerklingen, an welchen sich der Teig zerreißt.

Die Figuren 8 u. 9 (Blatt **122**) stellen eine derlei zweckmäßige Maschine, den Boland'schen Kneter (Petrisseur), ausgeführt durch Covlet in Paris, dar. Derselbe muß so hoch angebracht werden, daß der geknetete Teig gleich auf einen Backtrog oder auf den Formtisch fällt, damit man nicht nöthig hat, den Teig aus dem Trog herauszuheben, was eine sehr mühsame Arbeit ist.

Der Boland'sche Kneter neuester Konstrukzion ist ganz aus Eisen, unten mit einer Auslaßthür versehen oder auch so eingerichtet, daß man den Trog ganz umkehren kann, ohne ihn vom Gestelle abzuheben. Der in den Fig. dargestellte Apparat hat einen hölzernen Trog, und es kann derselbe durch eine Kurbel a, Getriebe b und einem Stirnrade c, das an dem Troge selbst festgemacht ist, in die punktirte Lage gestellt werden.

Die Knetung geschieht durch das in Bewegung gesetzte System von Messerklingen, die zu einer archimedischen Schraube verbunden sind, welche wieder durch die Kurbel d, Getriebe e, Zahnrad f und Schwungrad g bewegt wird. Die Achse ist mit der archimedischen

Digitized by Google

Schraube herauszunehmen, damit der Bäcker den noch anklebenden Teig abstreifen kann. Zu diesem Behuf müssen Stufen angebracht sein, um dem Bäcker die Möglichkeit zu verschaffen, mit den Armen bis zum Boden des Troges zu gelangen.

Zum Mischen des viel festeren Zwiebackteiges reicht der Boland'sche Kneter nicht aus, und es müssen hierzu die Apparate nach Art der holländischen Ziegelmischmaschinen konstruirt werden, wie sie in allen englischen Zwiebackbäckereien zu finden sind.

Ueber die öffentliche Reinlichkeit in den Städten.

(Mit Zeichnungen auf Blatt **123** u. **124**).

In einer Zeit, in welcher sich die Verwaltungen so vieler Städte mit Verbesserungen und Verschönerungen in denselben beschäftigen, in einer Zeit, in welcher man sich bemüht diejenigen Mittelpunkte der Bevölkerung mit Luft, Wasser und Licht zu versorgen, welche bisher daran Mangel litten und deren Wohnorte durch verderbliche Ausdünstungen verpestet wurden, dürfte es nicht unwillkommen sein, einige Beiträge zu diesem Besserungswerke zu liefern.

Die verdorbene Luft, welche man in gewissen Theilen mancher Städte einathmet, entsteht in Gebäuden, von denen jedes so zu sagen seinen Antheil mephitischer Luft auf die öffentliche Straße absetzt.

Hierzu sind verschiedene Ursachen vorhanden, und zwar:

1. Die Ausdünstungen des Wassers und der Abfälle der Haushaltungen, oder gewisser Gewerbe, welche man auf Hof und Straße frei herumliegen läßt. Die Rinnen dieser Wasser sind an und für sich eine der bedeutendsten Ursachen der permanenten Inficirung. In manchen Städten zählt man sie hundertweise, jene kleinen Straßen, Durchgänge und enge Sackgassen, in welchen keine Gossen existiren und wo die sich ansammelnden stagnirenden Unreinigkeiten die Luft beständig verderben.

2. Die Ausdünstungen der Senkgruben und Abtritte, besonders in den Mittelpunkten der industriellen Bevölkerungen.

3. Die Urinplätze, welche man überall antrifft, und die dazu gehörigen Ableitungen.

Leider läßt es sich mit Leichtigkeit nachweisen, daß die Einrichtungen, welche man bisher an vielen Orten vorgenommen, um einem solchen Zustande ein Ende zu machen, viel zu ungenügend, obschon kostspielig genug sind. Durch zweckmäßigere und minder kostspielige Mittel müssen diese permanenten Verpestungen bekämpft, und es müssen dazu vor allem solche Mittel angewendet werden, welche selbstwirkend sind, deren Ersprießlichkeit aber weder von der Genauigkeit noch von dem guten Willen oder der Geschicklichkeit irgend einer Person abhängt. Zu was dienen z. B. jene widerwärtigen Vorrichtungen von Gußeisen, die man unter anderm auf jedem Schritte der pariser Trottoirs und Straßen antrifft und welche sich gerade wie Spalten im Boden darstellen, deren stinkende Ausdünstungen die Fahrläßigkeit oder die Unreinlichkeit derjenigen anklagen, die mit ihrer Unterhaltung beauftragt sind?

Führt man dagegen das Abwaschwasser aus den Gebäuden in bedeckten Rinnen nach dem Straßenkanal, so wird das Uebel versteckt, aber nicht aufgehoben, denn die Rinnen sind die Leiter der in den Straßenkanälen sich anhäufenden Miasmen nach außen. Dieses dem Anblicke mehr günstige aber eben so ungesunde System als die früher beobachteten Methoden verwahrt das Innere der Häuser keineswegs vor den Ausdünstungen der auf dem Boden stagnirenden oder in Bächen und Rinnen strömenden Flüssigkeiten.

Ist es nothwendig von den Unannehmlichkeiten aller Art und von den Unfällen zu reden, welche durch das Gefrieren des Wassers entstehen? Die städtischen Verwaltungen wissen es besser als irgend Jemand, welche ungeheure Kosten das Fortschaffen des Eises während des Winters veranlaßt. Man muß daher, ohne Pessimist zu sein, die Unzulänglichkeit der in den meisten Städten bestehenden Einrichtungen anerkennen. Die Gase müssen nothwendigerweise aus den mit durchbrochenen Platten, deren Fugen nicht verkittet sind, bedeckten Rinnsteinen entweichen, und wollte man dagegen die Platten fest verkitten und ihnen keine Oeffnungen geben, so wäre es unmöglich, die Rinnen zu reinigen, und das Uebel wäre noch ärger. Es bietet

Digitized by Google

dieſes Waſſerableitungsſyſtem im Niveau der Straßenfläche Aufenthaltsorte für Ungeziefer und iſt der Heerd von Verpeſtungen, deren Wirkungen durch die ſorgfältigſte Wachſamkeit nur in ſehr ſchwachem Maße paralyſirt werden.

Es iſt bekannt, daß die Verpeſtungsurſache der Abzugsrinnen aus den Häuſern zum großen Theil in der Eigenſchaft der Fette liegt, ſich gewiſſermaßen mit dem Geruch der Körper, mit denen ſie in Berührung kommen, zu ſättigen. Das aus den Häuſern abfließende Waſſer hängt ſich wie alle Flüſſigkeiten vorzugsweiſe an die Wände der Ableitungen an, und ſind dieſe von Gußeiſen, ſo halten ſie die fetten Theile des Waſſers um ſo leichter zurück als ihre inwendige Rauhigkeit durch die Oxydazion noch geſteigert wird. Dazu kommen nun noch der Urin, das Waſſer von Spargel, Blumenkohl, und andere mit faulenden Stoffen geſchwängerte Dinge, welche die ungeſunden Ausdünſtungen erzeugen, von denen das Innere der Häuſer erfüllt wird. Dieſelben Wirkungen werden durch die Vertiefungen erzeugt, die ſich in den Rinnſteinen, im Pflaſter und in andern über dem Boden laufenden Ableitungen befinden, und wären dieſe Ableitungen auch aus ganz geſchliffenem Material hergeſtellt, ſo würden die Wirkungen zuletzt doch dieſelben unangenehmen ſein.

Aus dem Geſagten geht hervor:

1. daß, abgeſehen von jeder Stagnazion, was unmöglich wäre, und häufig wiederholte Waſchungen und Reinigungen vorausgeſetzt, worauf auch nichts zu geben iſt, da ſie ſich nicht von ſelbſt machen, die beſtehenden Einrichtungen vollkommen ungenügend ſind, und daß

2. das einzige Mittel, die Luft vor der Verderbniß zu bewahren, welche durch die aus den Häuſern abfließenden Flüſſigkeiten erzeugt wird, darin beſteht, dieſe letztern unmittelbar ſo tief als möglich hinabfließen und die Ausdünſtungen derſelben ſo hoch als möglich abſtrömen zu laſſen, indem man alle und jede Verbindung der einen und der andern mit allen Gegenſtänden, die ſich zwiſchen dem Boden und dem Dachforſt des Hauſes befinden, abſchneidet.

Eine andere permanente Urſache übler Ausdünſtungen ſind die Senkgruben und die Abtritte, deren offene Schläuche und hölzerne Fußböden mit Unreinigkeiten bedeckt und durchzogen ſind und ohne Unterlaß die Ungeſundheit in die Gebäude und bis auf die Straßen führen, wovon man ſich leicht überzeugen kann, wenn man bei manchen Häuſern gewiſſer Stadtviertel im Sommer oder während des Thauwetters vorüber geht.

Zu dieſen Unannehmlichkeiten treten nun natürlicherweiſe noch diejenigen, welche durch das Ausräumen der Miſtgruben und den Transport des Unraths entſtehen und der Geſundheit gefährlich, der öffentlichen Ruhe ſtörend ſind, nämlich die Verpeſtung und das Geräuſch der den Unrath abführenden ſchweren Wagen, welche außerdem, daß ſie für das Straßenpflaſter und für die Trottoirs nachtheilig ſind, die Gebäude erſchüttern und den Schlaf ihrer Bewohner unterbrechen.

Endlich ſind noch jene Urinplätze zu bezeichnen, die man in vielen Straßen bemerkt, und deren große Flächen gerade dazu beſtimmt zu ſein ſcheinen, die Ekelhaftigkeit dieſer Einrichtung bemerkbar zu machen. Wer hat nicht in vielen Städten eine Menge von Stellen geſehen, an denen es unmöglich iſt den Geruch der Sedimente zu ertragen, die ſich an die Wände dieſer Flächen und ihrer Kanäle abſetzen? Wie oft wird man nicht im Sommer, und zuweilen auf langen Strecken, durch den peſtilenzialiſchen Geruch beläſtigt, der von ſolchen Orten aufſteigt und vom Winde weitergetragen wird.

Dieſen zahlreichen, die öffentliche Geſundheit ſo beeinträchtigenden Uebelſtänden gegenüber dürfte es wohl erlaubt ſein auf ein einfaches Syſtem aufmerkſam zu machen, welches nicht läſtig und doch leicht ausführbar iſt, und alle die genannten Uebelſtände beſeitigt, den ſtädtiſchen Verwaltungen aber und den Hauseigenthümern zur Quelle künftiger Erſparniſſe wird.

Von den Senkgruben und den Abtritten. — Außerhalb oder innerhalb der Grube ſtellt man unmittelbar unter das Fallrohr A einen Apparat (Fig. 1) der aus einem Geflecht von gegen das Oxydiren geſchütztem Eiſen B beſteht, das man über eine gußeiſerne oder von Romancement gemachte Schale D ſtellt; man gibt dieſem Geflecht eine Neigung von 45°, welche hinreichend iſt, das Sitzenbleiben des Unraths beim Hinabfallen in die Grube zu verhindern, während die Flüſſigkeit unmittelbar durch das Geflecht abläuft. Unmittelbar über das letztere legt man eine flach kugelförmige Scheibe C, welche auf einer feſt in der Mauer verklammerten eiſernen Stange liegt und den Zweck hat, den Stoß der niederfallenden Stoffe aufzunehmen. Dem Fallrohr kann man auch die in Fig. 2 angedeutete Form geben. Dieſe Art der Trennung iſt namentlich in den Senkgruben leicht anzubringen, welche nach den pariſer Senkgruben (Fig. 3

Digitized by Google

u. 4) eingerichtet ſind. In Fig. 1 u. 5 bis 11 ſind die Grundriſſe, Durchſchnitte und Anſichten der verſchiedenen Formen angegeben, welche man dem Apparat je nach der Stelle des Abfallrohrs geben kann. Die Schale kann durch eine Abtheilung C (Fig. 12, 13, 14, 15) über der Senkgrube, auf deren Mauer D das Metallgeflecht aufliegt, erſetzt werden; die eine und die andere können auch mit einem aus Kieſel und zerſtoßenen Kohlen F G H I J (Fig. 1) beſtehenden Filter verſehen werden; die Kieſel und die Kohlen werden in Schichten von verſchiedener Stärke ſo angeordnet, daß man mit den ſtärkſten Kieſeln beginnt, die auf einem Roſte E liegen. Die Flüſſigkeit fällt durch das Rohr X (Fig. 1), wenn eine Schale, oder durch die Rinne L (Fig. 12, 13, 14), wenn eine Abtheilung vorhanden iſt, gegen den abſchüſſigen Theil der Grube, von wo ſie entweder in ein zu dieſem Behufe erbautes Reſervoir R (Fig. 12), U (Fig. 14a), S T (Fig. 16), oder durch eine unterirdiſche Leitung P (Fig. 18), von welcher ſpäter die Rede ſein wird, entweicht. Noch zweckmäßiger iſt es, die Flüſſigkeit alle Tage mit der gewöhnlichen Pumpe P (Fig. 14 und 16) oder mit einer Kompreſſionsmaſchine C (Fig. 17) herauszuziehen, die mit einem Rohr von Gutta-Percha (Fig. 19) verſehen iſt, welche ſich leicht verbergen läßt. Die alten Senkgruben, welche ſtets ſo eingerichtet werden können, daß ſie die Recipienten der feſten Stoffe nnd der Flüſſigkeiten enthalten, können auch als Reſervoirs für die Flüſſigkeiten allein verwendet werden.

Nach dieſer erſten Abſcheidung werden die feſten Stoffe von einem Filter aus Kieſel nnd Kohle aufgenommen, der auf dem Boden M der Grube (Fig. 16 u. 20) aufgeſtellt iſt, wie es ſchon oben angedeutet wurde. Es liegt übrigens wenig daran, ob dieſer Boden auf die eine oder die andere der in Fig. 13, 20, 21 und 22 angegebenen Arten eingerichtet ſei; nur muß ſtets darauf geſehen werden, daß das Gefälle nicht weniger als 0^m08 pro Meter beträgt, und daß die Sohle mit dem ſtärkſten Kieſel F (Fig. 16 und 20) geebnet werde, indem man den höchſten Punkt E (Fig. 13, 20 und 22) als Anhaltspunkt annimmt; der Unterſchied des Niveaus wird mit ſtarken Kieſeln ausgeglichen; die übrigen Kieſelſchichten haben gleich ſtarke Schichten von 0^m15 Stärke.

Es dürfte unnütz ſein zu bemerken, daß dieſer Kieſelfilter an und für ſich ein unzerſtörbares und das zweckmäßigſte Abſonderungsmittel iſt, das man ſich denken kann.

Die natürliche Ausleerung der Flüſſigkeiten durch die Röhren S P u. ſ. f. bis zum Straßenkanal E (Fig. 18) würde allen anderen Arten vorzuziehen ſein, weil man zur Waſchung der Röhren das Regenwaſſer benützen könnte, und Haufen von Eis würden dann nicht mehr jeden Winter die Höfe und Straßen bedecken. Dieſe Waſchnngen hätten den Zweck einen bedeutenden Theil der feſten Stoffe zu zertheilen und auf eine unmerkliche Art abzuführen, und wenn dieſe feſten Stoffe auf ſolche Art zu ſehr kleinen Theilen zertheilt ſind, ſo kann man auch die Recipienten auf geringern Kubikinhalt reduciren, und ihre Herausnahme würde nur in langen Zwiſchenräumen und ohne Unannehmlichkeiten ſtattfinden.

Verſuche, welche mit der hier beſchriebenen Einrichtung gemacht worden, haben die Zweckmäßigkeit derſelben bewieſen; es wurde dabei beobachtet, daß das über die feſten Stoffe ſtrömende Waſſer dieſe ſo zertheilt, daß ſie vollſtändig ganz unwahrnehmbar durch die Filter abfließen, d. h. daß dieſes Waſſer, in welchem ſie ſuspendirt ſind, geruch- und beinahe farblos iſt. Es iſt aber hierbei noch zu bemerken, daß der Verſuch unter ungünſtigern Bedingungen ſtattfand als es gewöhnlich diejenigen in den Senkgruben ſind. Da der Apparat ſehr klein war, ſo wurde der grobe Kieſel durch ſehr kleinen und das Uebrige durch feinen Sand erſetzt; bei der Zuſammenſetzung der Filter in den Senkgruben aber nimmt man keinen feinen Sand, während doch der feſte Stoff unvermeidlich derſelbe bleibt.

Um der Behauptung, daß der Kieſelfilter ſich verſtopfen könnte (was uns platterdings als unmöglich erſcheint), auf unumſtößliche Art zu begegnen, könnte man eine Kommunikazionsröhre anlegen, welche über einen Hahn von Sandſtein oder Steingut anſtößt, der über dem Ausleerungskanal der Flüſſigkeiten angebracht wird, ſo daß, wenn man dieſen Hahn ſchließt, das Waſſer, welches man z. B. von der Pumpe hinführt, den Filter von unten nach oben durchflöſſe nnd ihn reinigte, was man nach Belieben wiederholen und wodurch man folglich jeder Verſtopfung entgegen arbeiten kann.

Es wäre nicht ohne Nutzen für die vollſtändige Verdampfung und Vertrocknung der feſten Stoffe, wenn jeder Recipient mit einer Einlaßöffnung A und einem Saugrohr B (Fig. 12 und 13) verſehen würde, um einen permanenten Luftſtrom in longitudinaler Richtung herzuſtellen, und zur ſichern Ueberzeugung gegen jedes Aufſteigen eines Geruches aus der Grube kann man

Digitized by Google

noch an dem untern Theil das Abfallsrohres eine einfache ebene gußeiserne Klappe mit Gegengewicht anbringen, was eine weitere Sicherheitsmaßregel wäre, daß die Luft nur durch das Saugeloch B entweichen kann.

Was die Einführung des Regenwassers in die Senkgrube und in den Separator betrifft, so kann sie nach den bestehenden Einrichtungen von der Dachtraufe des Hauses aus vermittelst einer mit einem Sieb versehenen Schüssel (Fig. 23 und 24), an der die Oeffnung der Röhren A und B über der Oeffnung des Recipienten angenommen wäre, oder durch ein schiefes Rohr stattfinden, das mit dem Abfallrohr in Verbindung steht.

Wenn es nun einmal festgestellt ist, daß ein Kieselfilter, wie er oben beschrieben wurde, es rein unmöglich macht, daß sich irgend eine Flüssigkeit in den Gruben aufhalten kann, so werden die Hauseigenthümer recht gern das Regenwasser von ihren Gebäuden dahin leiten, was durch eine einfache und nicht kostspielige Vorrichtung ermöglicht wird, welche an dem obern Theile des Hauses ihren Platz findet. Das Waschen der Abtritte kann dann täglich stattfinden. Wenn die permanente Ursache der aus den Senkgruben hervorgehenden Verpestungen einmal verschwunden ist, so ist nur noch die Unreinlichkeit der Abtritte zu beseitigen. Vor allem wird es leicht sein ein Ventilazionssystem anzubringen; dann werden aber auch Waschungen eine kräftige Wirkung erzeugen; der hölzerne Fußboden aber muß durch einen auf türkische Art eingerichteten Stein ersetzt werden, welcher so behauen ist, daß der Einfluß der festen Stoffe und der schnelle Abfluß der Flüssigkeiten in den Gruben erleichtert wird (Fig. 25, 26, 27). Die Wände müssen mit Fayenceflieſen belegt; und es müssen alle einspringenden Winkel vermieden werden, in denen sich die Unreinigkeiten so leicht aufhäufen.

Wenn man die Dinge in dem Zustande nimmt, in welchem sie sich im Allgemeinen befinden, nämlich senkrechte Abfallrinnen von der Dachtraufe bis zum Boden, in welche die Sitzkasten der Abtritte von jeder Etage einmünden, so kann vermittelst eines auf dem Boden des Gebäudes stehenden Reservoirs oder vermittelst eines Steigrohres das Regenwasser, das Wasser der Pumpen oder der städtischen Leitungen die innern Wände der Röhren, der Abtrittsitze und ihrer Zweigröhren bespülen. Jeder Abtrittsitz wird mit einem, mit einem Metallgeflecht G bedeckten Ventil A (Fig. 28) versehen, um alle Ausdünstungen aus den Haupt- und Zweigröhren abzuschneiden. Anstatt das Wasser über den Boden zu ergießen, wird das Hauptrohr es unmittelbar in die unterirdische Leitung S führen (Fig. 18).

Was die Einrichtung der Abfallrinnen B (Fig. 28) mit ununterbrochener Richtung betrifft, welche von den Abtritten der obern Etage in die der untern Etage führen, so findet dasselbe Mittel statt wie oben bei den Abtrittsitzen; man richtet aber das untere Ende jedes Röhrentheils so ein, daß man unter seiner Oeffnung ein Gefäß stellt, das hierzu besonders zubereitet wird und eine Lösung von kochender Potasche oder Seifenwasser enthält, und von der obern Etage aus reinigt man mit einem Ofenwischer jede Röhre und jeden Abtritt besonders. Dieselben Vorrichtungen gelten für die untern und obern Enden dieser Röhren, um die gebrauchten Wasser abfließen und das zum Waschen erforderliche Wasser einströmen zu lassen.

Die bisherigen Straßenrinnen können also nun durch die Beseitigung des Hauswassers abgeschafft werden, und für den Abfluß des Regenwassers, des Schneewassers, des Waschwassers und Kehrichtwassers werden sie ersetzt durch Rinnen von glatt bearbeitetem harten Stein oder Gußeisen. Ein vergittertes Mundloch mit hydraulischem Ventil A (Fig. 29), welches mit der unterirdischen Leitung S (Fig. 18) in Verbindung steht, nimmt diese Wasser und die des Erdgeschosses auf. Es ist beweglich und so konstruirt, daß es sich leicht wegnehmen läßt, wenn die unterirdische Leitung sich verstopft, was aber nicht vorkommen kann. Der Kopf dieser Leitung wird so viel als möglich unter die Pumpenröhre gelegt, wenn sie nicht mit einem Mundloch versehen wird, um so viel Wasser als nothwendig ist hineinfließen zu lassen, und in allen Fällen wird ein anderes Mundloch unter der Pumpe an einer schiefen Abzweigung ein kräftiges Ausspülen sichern.

Wenn nun die Rinnen fortgeschafft sind, durch welche die Wasser und Abfälle jeder Art von jedem Besitzthum ablaufen, so ist auch auf der Straße beinahe jede Ursache der Verpestung beseitigt; es bleibt nur noch übrig, es den Bewohnern von Boutiquen und anderen Räumen des Erdgeschosses zu untersagen, Wasser irgend anders wohin zu gießen als in die gedachten Mundlöcher. In die Achse einer jeden öffentlichen mit keinem Kanal versehenen Straße legt man etwa $3^{m}0$ unter dem Boden ein Rohr T (Fig. 18) oder V (Fig. 30), dessen Durchmesser nach dem Bedürfniß der betheiligten

Digitized by Google

Häuser bemeſſen und in dem Maße vergrößert wird als man ſich dem Straßenkanal nähert. Wir werden dieſe Röhren Straßenröhren nennen.

Da unter den Straßen, in welche dieſe Röhren gelegt werden ſollen, auch ſolche ſein werden, deren ſtarkes Gefälle tiefe Einſchnitte in ihrem obern Theil nöthig machen wird, um den gedachten Röhren nur das ſchon ſehr bedeutende Gefälle von 0^m06 zu geben, ſo überwindet man die Steilheit des Bodens durch ſehr ſtark geneigte Theile vermittelſt der Knien U (Fig. 18), welche gleichzeitig dazu dienen, die Niederſchläge fortzutreiben, wenn ſich ſolche bilden ſollten.

Was die Verſchiedenheit der Durchmeſſer der Straßenröhren betrifft, welche durch die Länge der Straßen entſteht, ſo wird ſolche durch die Verbindungsmuffen R ausgeglichen (Fig. 31).

Zum Abfluſſe des Regenwaſſers, des Schnee- und des Reinigungswaſſers beim Kehren ꝛc. werden Mundlöcher in Entfernungen von 25^m0 zu 25^m0 angelegt, welche denen in Fig. 29 ähnlich ſind.

Am Anfange dieſer Straßenröhren, d. h. am obern Theile jeder Straße, wird ein ſchiefes Zweigrohr angelegt, welches durch einen Straßenbrunnen mit ſtarkem Waſſerſtrahl geſpeiſt wird, wodurch wir eine kräftige Spülung erzielen. Jede Straßenröhre endigt in einer ähnlichen der nächſten Straße oder in einem Straßenkanal E (Fig. 18) in einer Höhe von 0^m20 über der Kanalſohle; eine Höhe, welche nothwendig iſt, um jede Beſchädigung zu verhüten.

Was nun die öffentlichen Urinirplätze betrifft, ſo ließen ſich wohl die bisherigen zum Theil ſehr ekelhaften Einrichtungen durch die in Fig. 32 und 33 dargeſtellte Art erſetzen. Dieſer Ständer kann von Fayence, von gebrannter Erde oder von Gußeiſen ſein; er wird in die Mauer eingelaſſen und mit einem in der Mauerebene bündig liegenden Schieber geſchloſſen. In der Mitte ſeiner Ausbauchung A wird eine Brauſe angebracht, durch welche ſich Waſſer über die ganze Oberfläche des Urinplatzes ergießt; das untere Ende E ſteht über einer Cuvette C mit hydrauliſchem Ventil und Gitter D; der Abfluß der Flüſſigkeit erfolgt durch einen Kanal H, welcher entweder mit dem Straßenkanal oder mit einer Straßenröhre in Verbindung ſteht.

Ueber Straßenwalzen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt **125**.)

Die Idee der Walzen zur Komprimirung der Fahrbahn auf Chauſſeen iſt nicht neu; ſchon 1786 ſchlug de Ceſſart die Anwendung derſelben zu dieſem Zwecke vor; man fing jedoch erſt 1829 und 1830 ernſtlich an, ſich der Walzen zu bedienen, deren Gebrauch jetzt ein faſt allgemeiner iſt.

Die anfänglich benutzte Walze Fig. 1—3 beſteht aus einem hohlen Cylinder (Blatt **125**) von 2^m00 Durchmeſſer und 1^m50 Länge.

Die Achſe dieſes Cylinders durchdringt die denſelben einſchließenden und ſich zu einer Gabel vereinigenden Stangen, an deren längeren Armen die Zugthiere angeſpannt werden. Die kürzeren Arme tragen Maſſen von Gußeiſen, um durch dieſelben im Gleichgewichte mit den längeren gehalten zu werden.

Dicke, feſt aneinander ſtoßende und durch 3 breite Eiſenreifen zuſammengehaltene Eichenbretter bilden den Umfang des Cylinders und ruhen mit ihren Enden auf den Kränzen von 2 Rädern mit ſtarken Felgen, die nach innen verſchalt ſind und den zum Anfüllen mit Sand beſtimmten Raum vollſtändig abgrenzen. In den beiden ſenkrechten Wänden ſind verſchließbare Oeffnungen zum Eintragen des zum Beſchweren des Cylinders dienenden Materials angebracht.

Zwei weſentliche Verbeſſerungen, die dieſe Walze in der Folge erlitt, beſtehen:

1. in der Abtheilung des hohlen Raumes in 3 Kammern;

2. in einer Vorrichtung, welche ein bequemeres Füllen des Cylinders geſtattet.

Der hohle Raum der Walze wird durch 2 parallel zu den äußern Rädern geſtellten Wände in 3 nahezu gleiche Kammern abgetheilt; eine Einrichtung, welche die Füllung des ganzen Cylinders oder nur eines der drei Theile desſelben, mithin eine größere oder kleinere Preſſung des Straßenmateriales geſtattet. Eine nach letzter Art gebaute Walze bedarf 2^m00 an Holz und wiegt leer — das Gewicht des angewandten Eiſens,

Digitized by Google

wie das der Gabel und der gußeisernen Massen inbegriffen — etwas über 3000 Kilogr. Der Rauminhalt der Walze beträgt ungefähr 2m00, und sie wiegt daher, vollständig mit Sand gefüllt, gegen 6800 Kil. Man kann demnach mit dieser Walze eine Pressung von 3000, 4300, 5600 oder 6800 Kil. hervorbringen, je nachdem sie leer, oder zu ⅓, ⅔ oder vollständig gefüllt angewendet wird. Will man nur mit ⅓ des größten Gewichtes der Walze arbeiten, so füllt man die mittlere Kammer; um ⅔ desselben zu benützen, füllt man die beiden äußeren; — jedoch ist sehr darauf zu achten, daß die Kammern vollkommen genau angefüllt seien, um das Ziehen der inneren Belastung nicht zu erschweren, deren Schwerpunkt sich bei der unvollständigen Füllung stets verändern würde.

Die Vorrichtung, welche ein bequemes Füllen der Walze gestattet, besteht einfach darin, daß zwei von den den Umfang bildenden Dielen entfernt werden und daß man durch die so entstehende Oeffnung den Sand in die Kammern schüttet; sind diese gefüllt, so schiebt man die Dielen wieder ein, läßt die Walze einige Umdrehungen machen und hebt neuerdings die zwei Breter aus, um die durch die Bewegung entstandenen leeren Räume auszufüllen; ein Vorgang, der wenig Zeit zur Ausführung bedarf. Um die Kammer zu entleeren, genügt es, nachdem die zwei Dielen entfernt sind, die Walze einige Umdrehungen machen zu lassen, welche auf diese Art sich selbst entleert. Man sieht leicht ein, daß für die Genauigkeit im Füllen und Leichtigkeit im Entleeren der Walze eine an dem Umfange angebrachte Oeffnung bei weitem vortheilhafter ist, als die an der Seite befindliche. Eine vollständig gefüllte Walze der erwähnten Art benöthigt eine Zugkraft von 8 Pferden in der Ebene; für die Steigung von 0m03 auf den Meter braucht man deren 10 — 12, wenn man die Walze an dem Gipfel der Steigung füllt und sorgfältig im Hinansteigen dem im Herabfahren zusammengedrückten Streifen folgt. Uebrigens hängt die nothwendige Zugkraft von der größeren oder geringeren Festigkeit der unteren Schichten, von der anfänglich größeren oder geringeren Verdichtung und der mehr oder weniger bindenden Beschaffenheit des Straßenmaterials ab.

Die eben beschriebene Walze hat den großen Uebelstand, durch die Ecken und scharfen Kanten der Kieselsteine an dem Umfange beschädigt zu werden, in dessen Dielen eine große Menge dieser Steine sich einzwängen. Abgesehen von dem Nachtheil, welcher der Straße selbst durch die auf diese Weise entfernten Steine erwächst, hat diese Art von Angriff die unfehlbare Zerstörung dieses Theiles der Walze zur Folge. Man sah daher bald die Nothwendigkeit ein, die Walzen mit Eisen zu umkleiden. Zu diesem Zwecke wendete man im Departement de l'Oise, wo man zuerst in Frankreich sich der erwähnten Walze bediente, alte Radreifen an, mit welchen man die cylindrischen Theile bedeckte. Hiedurch wurde der Preis einer Walze, die ohne Eisenverkleidung 900 Franken kostete, um 5—600 Franken erhöht, und das Gewicht der Walze nahm um mehr denn 1200 Klgr. zu; das größte Gewicht wurde daher bis auf 8000 Kil. gebracht, zu dessen Fortbewegung man indessen nicht einer größern Zugkraft nöthig hatte; wenigstens sah man sich nicht gezwungen, die Anzahl der Pferde zu vermehren.

Die in Fig. 8—10 abgebildete, in Preußen angewendete Walze ist nach demselben Princip wie die eben erwähnte erbaut, erlaubt jedoch eine bequemere Handhabung, indem die den Cylinder einschließenden Stangen nicht in eine Gabel auslaufen, sondern nach beiden Seiten hin Deichseln besitzen, die sich selbst im Gleichgewicht erhalten und nicht nöthig haben bei jedesmaligem Aendern der Richtung des Walzens um den Cylinder umgelegt zu werden, wie dies bei der Gabelvorrichtung der Fall ist, um die ausgespannten Pferde neuerdings vorzuspannen.

An der Stelle der eben beschriebenen hölzernen Walzen bedient man sich jetzt fast ausschließlich der gußeisernen, welche, wenn auch kostspieliger, doch weit bequemer und bedeutend dauerhafter sind. Den wesentlichsten Theil derselben bildet ein hohler Cylinder aus Gußeisen mit mehreren in dem Mittelpunkte sich vereinigenden Speichen aus gleichem Metall, welche hier eine schmiedeiserne Achse umfangen. Diese Achse dient dem den Cylinder einschließenden Rahmen (Gestell) zur Stütze, auf welchen 1 oder 2 Kasten aus Holz zur Aufnahme des zur Belastung dienenden Materials gestellt werden.

Der wesentliche Unterschied zwischen den gußeisernen und den hölzernen Walzen besteht also, abgesehen von der Verschiedenheit des Materials, darin, daß sie selbst nicht gefüllt werden, sondern hauptsächlich mit ihrem eigenen Gewichte und der aufgesetzten Belastung in Wirksamkeit treten. Ihr Durchmesser ist nach dem Druck zu bestimmen, den sie ausüben sollen.

In Figur 5—7 sehen wir eine gußeiserne Walze, wie sie in Frankreich im Departement du Bas-Rhin mit

Digitized by Google

Erfolg angewendet worden iſt. Ihr einziger Fehler beſteht darin, daß ſie bei der jedesmaligen Aenderung des Walzens das Aus- und Einſpannen der Pferde nothwendig macht; eine Arbeit, die jedenfalls immer eine gewiſſe Zeit in Anſpruch nimmt. Wir finden dieſen Uebelſtand beſeitigt in der Houyau'ſchen (Fig. 4) wie in der 11 u. 12 angegebenen, von Bouillant in Paris konſtruirten Walze. Beide können auf der Stelle gewendet werden und die letzte beſitzt eine Einrichtung, welche geſtattet, den gußeiſernen Cylinder zu ſenken oder zu heben; im erſten Falle trägt ſeine Achſe das ganze Geſtell des Wagens, die Kaſten und ihre Belaſtung, und ſo wird die Walze benützt, wenn ſie in Thätigkeit iſt; im letzten Falle ruht das Geſtell des Wagens auf den 4 Rädern und trägt nun ſelbſt die Walze r etwas, was bei einem raſchen Umkehren oder dann geſchieht, wenn der Cylinder außer Thätigkeit ſich befindet. Das Heben und Senken des Cylinders geſchieht mit Hülfe einer Kurbel, deren Achſe ein gezahntes Rad trägt, welches in eine Zahnſtange eingreift, deren obern Theil die Achſe des Cylinders trägt.

Mit gutem Erfolge bediente man ſich dieſer Walze bei den Straßenarbeiten, welche in Paris 1855 in der Nähe des Ausſtellungsgebäudes ausgeführt wurden, und eben ſo bedient man ſich derſelben in dieſem Jahre bei den Arbeiten, welche durch die nothwendig gewordene Hebung der zu der Invalidenbrücke, ſo wie zu der Almabrücke führenden Straßen hervorgerufen worden ſind.

Darſtellung verſchiedener Oefen für induſtrielle Zwecke und zum häuslichen Gebrauch.

(Mit Zeichnungen auf Seite 217 u. f. w.)

I. Rauchverzehrende Feuerungen.

Der auf Seite 217 in Fig. 1—5 dargeſtellte Ofen beſteht aus einer Feuerung, welche ihr Brennmaterial von oben durch eine Oeffnung erhält, die mit einem Schieber geſchloſſen wird. Das Brennmaterial liegt demnach zwiſchen zwei Roſten; durch den erſten erhält es die zur Verbrennung nöthige Luft, und der zweite Roſt, der aus hochkantig geſtellten Ziegeln beſteht, hält das Brennmaterial und hat auch den Zweck, daß ſich die von dem letztern entwickelnden Gaſe mit der Flamme, die durch dieſen Roſt ſtreicht, vermiſchen. Die Ziegel ſind ſo geſtellt, daß ein mehr oder minder breiter Zwiſchenraum verbleibt, je nachdem das Brennmaterial beſchaffen iſt. Die Schieber dienen zur Regulirung des Zuges und zur Einſtrömung der Luft; durch die Seitenöffnung p' entfernt man die ſich im Ofen bildenden Schlacken. Durch die Thür t des Aſchenfalles wird die Aſche herausgenommen, wenn ſie ſich ſchon ſo ſehr angehäuft hat, daß ſie der Flamme den gehörigen Raum unter der Feuerbrücke p verſperrt, von wo ſie durch den Kanal g unter den Keſſel K tritt, um denſelben zu erhitzen. Während das Feuer brennt, muß die Thür t ſtets hermetiſch geſchloſſen ſein. Die ganze Feuerung, beſonders aber die Feuerbrücke, die Roſte und der Fuchs g müſſen aus ſehr feuerfeſten Ziegeln konſtruirt ſein. Nur der vordere Roſt darf aus gußeiſernen Stäben hergeſtellt werden.

Bei der Feuerung ſelbſt verfährt man folgendermaßen. Man wirft glühende Kohlen in den Feuerraum und bedeckt ſie mit fauſtgroßen Steinkohlenſtücken, die ſich von unten entzünden; die obern, mit der Flamme nicht in Berührung ſtehenden Steinkohlen fangen an ſich zu zerſetzen und die ſich davon entwickelnden Gaſe werden durch den Zug gegen den aufrecht geſtellten Roſt getrieben, wo ſie ſich, mit dem Feuer in Berührung gekommen, entzünden und mit der Flamme gegen den Aſchenfall ſtürzen, um dann über die Feuerbrücke und den Fuchs unter den Keſſel zu ſteigen. Die Verbrennung der Steinkohle geſchieht an der Seite, welche dem vordern Roſt entgegengeſetzt iſt, und betrachtet man dieſe Verbrennung, ſo ſieht man, daß die Flamme fortwährend das Beſtreben hat, die Steinkohle zu verlaſſen, welche nur an der Seite brennt, wohin ſich der Zug wendet. Bei dem Durchgang durch den Roſt beſtehen die Gaſe aus einer Miſchung von Kohlenwaſſerſtoffgaſen mit Kohlenoxydgas. Die erſten erzeugen durch ihre Verbrennung in Berührung mit dem Sauerſtoff der atmoſphäriſchen Luft Waſſer, und das Reſultat von dem Kohlenoxydgas iſt Kohlenſäure. Die durch dieſe erſte Verbrennung hervorgebrachte Flamme kann wegen ihrer weißen Farbe mit jener eines in einem Sauerſtoff brennenden Holzſpans verglichen werden.

Dieſe Gaſe werden auf ſolche Weiſe durch die erſte Verbrennung gänzlich verbrannt und benützt. Stürzt man

Digitized by Google

Wasser oder Wasserdampf auf die Steinkohle, so wird die Verbrennung kräftiger, weil sich viel mehr Wasserstoff bildet.

Ist diese umgekehrte Verbrennung einmal im Ganze, so muß man die Kohle, die sich in Kohks verwandelt hat, vermittelst einer eisernen Krücke durch den hochkantig gestellten Rost werfen, um die zweite Verbrennung hervorzubringen, welche auf folgende Weise bewirkt wird. Die Kohlensäure und der Wasserdampf, welche das Resultat der ersten Verbrennung sind, erzeugen bei ihrer Strömung unter der Feuerbrücke und über den Kohks, die in den Aschenkasten gefallen sind, eine neue Zersetzung. Indem die Kohlensäure dem Kohlenstoff der Kohks einen Theil ihrer Säure mittheilt, bringt sie Kohlenoxydgas hervor. Der mit dem Kohlenstoff sich vermischende Wasserdampf erzeugt Kohlenwasserstoff, und diese zwei neuen Resultate, das Kohlenoxydgas und der Kohlenwasserstoff, die bei dem Ausgang aus dem Fuchs g gemischt und komprimirt sind, werden von neuem verzehrt und es entweicht aus dem Schornstein nur Wasserdampf und Kohlensäure, welche das Resultat dieser zweiten Verbrennung sind, und alle diejenigen Theile, woraus der Rauch besteht, sind durch die Verbrennung verschwunden.

Die sich bildenden Schlacken werden durch die Seitenthüren p' herausgezogen, und der Feuerraum wird von neuem mit Brennmaterial versehen, so weit die niedersinkende Kohle freien Raum über dem Roste läßt.

Die Vortheile dieses Systems vor anderen Feuerungen sind folgende. Diejenigen Theile der Kohle, welche bei den gewöhnlichen Feuerungen ohne Nutzen durch den Rost fallen und im Gegentheil einen Verlust verursachen, erzeugen in den Feuerräumen mit umgekehrter Verbrennung eine neue Verbrennung der Gase, welche sich mit dem Ausströmen aus dem Aschenfall endigt, und alle Wasserstoffgase, die sich bei den gewöhnlichen Feuerungen im Moment des Aufgebens der Kohle in solcher Menge bilden, daß man keinen Gebrauch von ihnen machen kann, werden bei dem in Rede stehenden Ofen benützt, weil sie fortwährend gegen die Flamme hingezogen werden, welche sie entzündet und sie vollständig verzehrt. Bei gleichem Flächenraume des Rostes bringt diese Feuerung eine doppelte Wirkung als die gewöhnlichen Feuerungen hervor, denn man erhält dadurch einen Zug und eine Hitze, wie man sie nur ohne Anwendung eines forcirten Luftstromes erwarten kann. Da Kohlen und Gase auf diese Weise benutzt werden, so läßt sich ein Brennmaterialersparniß von 25 Proc. nachweisen. Die Vernichtung alles dessen, wodurch ein Rauch entsteht, ist das Resultat der umgekehrten Verbrennung und der Zusammendrückung der Gase zwischen dem Rost. Die doppelte Verbrennung vernichtet den Rauch in einem solchen Grade, daß man bei gehöriger Feuerführung keinen schwarzen Rauch aus dem Schornstein entweichen sieht; höchstens erblickt man einigen Wasserdampf. Dann ist mit diesen Feuerungen eine große Leichtigkeit des Nachfeuerns verbunden, weil man, wenn das Feuer gut unterhalten wird, mit der Hand die aufgegebene Kohle zurecht legen kann, welche schon ihre Zersetzung beginnt, während die darunter liegende Kohle schon mit einer weißen Flamme brennt.

Es lassen sich diese Feuerungen in allen Zweigen der Industrie verwenden, wozu sie sich ihrer rauchverzehrenden Eigenschaften wegen noch mehr empfehlen. Mit einigen Modifikazionen lassen sie sich für Glashütten, zu Flammenöfen, zu Porzellan- und Fayenceöfen, zum Rösten der Erze, zu Kupolöfen, zu Garöfen, für Dampfmaschinen, zu Küchenheerden und Zimmerfeuerungen u. s. w. einrichten. Hinsichtlich des Brennmaterials bedarf es keiner besondern Auswahl; es lassen sich alle brennbaren Stoffe benützen, alle schlechten Arten der Stein- und Braunkohle, selbst Torf, da ein bedeutender Zug vorhanden ist, und nur wenige Veränderungen werden genügen, die Feuerungen dazu geschickt zu machen.

Ein anderer rauchverzehrender Ofen ist in den Fig. 6 bis 10 dargestellt. Bei demselben wird eine dünne Schicht kochenden Wassers mit ununterbrochenem Strahl unter den Boden des Kessels und über das Feuer geleitet. Dieses von der Feuerbrücke auf das Feuer fallende Wasser verhindert es vollständig, daß der Rauch in den Schornstein treten kann. Durch die Wirkung des Wassers auf das nicht verzehrte Brennmaterial, das unter andern Umständen als Rauch entweichen würde, entsteht die vollkommene Verbrennung, die Wärmemenge wird bedeutend vermehrt und es werden die Nachtheile beseitigt, welche durch Brennstoffe herbeigeführt werden, die nicht vollständig vom Feuer konsumirt sind. Das zu diesem Zweck zu verwendende Wasser wird auf beiläufig 80° R oder auf eine noch höhere Temperatur gebracht und durch einen geeigneten Mechanismus in den Ofen geleitet. Aus den Fig. 6 bis 10 ist eine solche Vorrichtung für die gewöhnlichen Feuerungen eines Dampfke-

Digitized by Google

sels mit Niederdruck ersichtlich. Es lassen sich danach auch die Vorrichtungen für andere Feuerungen herstellen. Fig. 6 ist der Längendurchschnitt durch den Feuerraum und den Kessel einer Dampfmaschine mit einem Rohr zum Einsprützen des kochenden Wassers; Fig. 7 der horizontale Schnitt desselben; Fig. 8 der Querschnitt mit dem Dampfgenerator. Gleiche Buchstaben bezeichnen in diesen Fig. gleiche Gegenstände; a ist der Feuerrost, b die Feuerbrücke, c Kanäle, die mit dem Schornstein in Verbindung stehen, d ist der Kessel, e ist ein Speiserohr, f das Dampfabzugsrohr. Der einzige mechanische Apparat, welcher erforderlich ist, besteht in einer kleinen Röhre g, die im Innern des Kessels angebracht wird. Diese Röhre muß an ihrem obern Theile offen sein und darf niemals das Niveau des niedrigsten Wasserstandes im Kessel erreichen, so daß ein Druck von nur einem Pfunde pro Quadratzoll stets hinreichend ist, um das Wasser durch das Rohr g zutreiben und es in den Ofen zu spritzen. Das Rohr ist mit einem Hahn h an dem vordern Theil versehen und endigt sich im Ofen unter dem Kessel mit einem Mundstück auf die in Fig. 9 und 10 angedeutete Art. Das Mundstück besteht aus zwei an das Rohr g befestigten Lippen, und die dazwischen befindliche Oeffnung kann für den Zufluß und die Aufspritzung des Wassers durch Schrauben i regulirt werden. Diese Lippen oder Platten sind innerhalb mit radikalen Vertiefungen nach Fig. 10 versehen, in welcher die obere Lippe weggelassen ist. Die Vertiefungen haben den Zweck, die Ausbreitung des Wassers über die ganze Feuerfläche zu bewirken.

Die Entzündung der Gase, die sich durch die Zersetzung des Wassers entwickeln, bewirkt die sofortige Verbrennung des Rauches und erzeugt eine Ersparniß des Brennmaterials.

Diese Verbesserungen in der Verbrennung des Rauches, deren hauptsächlichster Zweck die Ersparniß des Brennmaterials ist, führen auch Vortheile für die zur Erzeugung des Dampfes bestimmten Kessel mit sich, da das unter der Linie des größten Niveaus liegende Rohr g die in dem Kessel sich befindende Wasserquantität anzeigt und den Heizer vorher aufmerksam macht, bevor der Kessel in Gefahr steht, rothglühend zu werden oder zu explodiren; denn wenn das Wasser bis unter das Rohr g hinabfällt, so kann es nicht mehr über die Oberfläche des Feuers gespritzt werden, der Rauch entweicht alsdann aus der Maschine und kündigt dem Heizer die nahe Gefahr an.

Bringt man ein kurzes Rohr von geringem Durchmesser auf dem Boden der Hochdruckdampfkessel an, so können alle Gase oder alle Dämpfe, welche sich durch eine Ueberheizung des Kessels entwickeln möchten, in den Ofen entweichen, wodurch das in dem Kessel befindliche Wasser verhindert wird, durch den so erzeugten Dampf in die Höhe zu steigen, und es würde demnach dem Druck, den der Kessel zu erleiden hat, das Gleichgewicht gehalten. Das Rohr zum Abströmen dieses Dampfes muß mit einem Hahn zum Gebrauch des Heizers versehen werden.

Bei der Anwendung dieser Einrichtung zu andern Feuerungen als zu Dampfkesseln muß das Wasser dem Rohre, durch welches es über das Feuer gespritzt wird, von einem Reservoir aus zugeführt werden, das in einer passenden Höhe und in Verbindung mit Oefen oder Feuerungen steht und gehörig bis auf den passenden Temperaturgrad erhitzt werden kann. —

Der von Hrn. Dumery konstruirte Rauchverbrennungsapparat ist auf Seite 249 dargestellt, und zwar ist Fig. 1 ein Querschnitt, Fig. 2 ein horizontaler Durchschnitt, und Fig. 3 eine äußere Ansicht, in der man den Mechanismus des ganzen Systems wahrnimmt. Der Autor hat den Rost des Feuerraumes fortgelassen oder vielmehr behielt er nur die beiden mittleren Stangen a bei. An jedem der beiden Rechtecke, welche durch die Seite der beiden gehliehenen Rostfläche und den Wänden b des Mauerwerks vom Feuerraum gebildet werden, stieß er, indem er die beiden Mauern des Aschenfalles hob, zwei runde Trichter A an, von denen eine Oeffnung c in das Innere des Feuerraums geht und die andere d am äußern Mauerwerk sich befindet. Die krummen Trichter, deren konverer Theil gegen den Boden gerichtet ist, haben einen Querschnitt, der von dem Innern des Feuerraumes bis zur Außenseite des Mauerwerks abnimmt, d. h. das Ende c, welches an den Feuerraum anstößt, hat dieselbe Form und Dimension, als das durch die Erhebung der Roststangen gebildete Rechteck, während das Ende d, das sich nach außen erhebt, auf seinen vier Kanten eine Verengung von beiläufig 12 Procent gegen die mittlere Achse der Trichter hat. Die beiden Enden dieser Trichter sind ganz offen; durch die kleinere äußere Oeffnung wird das Brennmaterial aufgegeben, und in der grö-

Digitized by Google

ßern Oeffnung, welche an das Innere des Feuerraumes ſtößt, geht die Verbrennung vor ſich. Dieſer letzte Theil der Trichter iſt an ſeinem Umfange, d. h. an ſeinen vier Kanten, mit Schlitzen verſehen, durch welche die atmoſphäriſche Luft Zutritt erhält. Gegenüber von dem äußeren Ende und koncentriſch mit der mittleren Achſe der Trichter befindet ſich an jeder Seite des Feuerraumes ein runder Hammer oder Kolben B, welcher frei in die Trichter A eingreift und den Zweck hat, das Brennmaterial vorzuſtoßen, je nachdem es durch die Verbrennung nothwendig gemacht wird; dieſe Kolben werden entweder durch eine Kurbel oder Vorgelege oder durch den Motor ſelbſt in Bewegung geſetzt. Die innere (gegen den Aſchenfall C gerichtete) Fläche der Trichter A beſteht aus einem Roſt t, der ſich um eine Achſe o dreht. Will man den Feuerraum mit Hülfe der Kurbeln k leeren, ſo dreht man die Achſen, an denen die Daumen h befeſtigt ſind, und ſollen die Roſte auf ihre Stelle zurückgeführt werden, ſo werden ſie durch die Ketten g gezogen und die Daumen h werden in ihre urſprüngliche Lage gebracht. Durch die Kanäle i wird die atmoſphäriſche Luft eingeführt.

Der Apparat wird von einem gußeiſernen Gerüſt getragen und bildet ein ſehr homogenes Ganze, das man unter irgend einen Generator ſetzen kann, wobei ſeine Arbeit nur während 24 Stunden unterbrochen wird. Iſt er aufgeſtellt, ſo verfährt man folgendermaßen. Man ſchüttet Steinkohlen in die Trichter und zwar bis zum Anfang der Schlitze, welche die Luft zur Verbrennung durchlaſſen; auf dieſe rohe Kohle kommt eine Schicht von den Kohks, welche durch die Verbrennung am vorhergehenden Tage erzeugt worden ſind. Dieſer obere Theil wird durch Holzſpäne angezündet und brennt derſelbe, ſo theilt er ſeine Hitze der Steinkohle mit, welche deſtillirt und das Kohlenwaſſerſtoffgas erzeugt, welches verbrannt werden ſoll. Dieſes Gas, das an einer Stelle, an der die Temperatur der Verbrennung herrſcht, und gerade in dem Moment entſteht, wo die friſche Luft hinzutritt, wird gänzlich verbrannt und in das Innere des Feuerraumes tritt nur die ganz ausgebildete Flamme, welche im Augenblick ihrer Bildung ſelbſt alle die Elemente in ſich aufgenommen hat, die zu ihrer Entſtehung erforderlich ſind.

Sobald man es für nothwendig erachtet, gibt man mit Hülfe der Kolben eine neue Porzion Brennmaterial auf, und ſo geht die Operazion ohne Unterbrechung ſo lange fort als es der Zweck erheiſcht. Für die Reinigungen braucht das Feuer nicht ſiſtirt zu werden; die Schlacken, welche ſich in dieſen Feuerungen erzeugen, ſteigen auf und ſammeln ſich am obern Theile.

Wenn das Feuer aufhören ſoll, ſo dienen dazu die Thüren, die an dem untern Theil der Trichter angebracht ſind, und durch welche man einerſeits die rohe Kohle und andererſeits die glühende Kohle herauszieht und dieſe löſcht, um ſie zur rauchloſen Anzündung am andern Morgen zu verwenden.

Die Reſultate der vorſtehend beſchriebenen Einrichtung ſind folgende. Die Steinkohle, welche mit der Hitze nur auf einer Seite in Berührung ſteht, deſtillirt auch nur auf einer Seite, die gewiſſermaßen eine einfache Deſtillazionsfläche bildet. Die friſche Luft in der Nähe des Roſtes, auf dem die kalte Kohle liegt, wird durch den Zug angeſaugt und dringt in den Feuerraum ein, indem ſie ſich mit den Kohlenwaſſerſtoffen in dem Moment verbindet, in welchem dieſe ſelbſt entſtehen. Dieſe vollkommen brennbare Miſchung entflammt ſich, während ſie ihrer natürlichen durch ihre Dichtigkeit entſtehenden Richtung folgt, bei der Berührung mit der glühenden Schicht, durch welche ſie ſtreicht. Die Entwicklung der Flamme wird über einer Schicht Brennmaterial bewirkt, das vollkommen glühend iſt. Die Strahlung der obern Fläche des Brennmaterials wird durch das Aufgeben friſcher Kohle nicht unterbrochen. Die Verbrennung kann nach Belieben in ſtarken oder ſchwachen Schichten bewirkt werden, ſo daß man ſie in der paſſendſten Höhe behufs der vollſtändigen Verwandlung des Sauerſtoffes in Kohlenſäure erhalten kann. Alle Funkzionen des Feuers werden regelmäßig und ſtetig. Da der Roſt in drei Theile getheilt iſt, ſo kann der Zug abgeſondert auf diejenigen Theile, welche die rohe rauchentwickelnde Kohle enthält, oder auf denjenigen Theil des Roſtes wirken, welcher ausſchließlich mit Kohle bedeckt iſt, die ſich bereits in Kohk verwandelt hat. Da endlich das Aufgeben des Brennmaterials nicht mehr durch die Thür der Feuerung ſtattfindet, ſo geht der ganze Akt der Verbrennung im geſchloſſenen Raum vor ſich. Der Feuerraum wird nur nach Intervallen von 3 bis 4 Stunden geöffnet, um die Schlacken herauszunehmen, die ſich an einer einzigen Stelle im Centrum des Feuerraumes ſammeln. Es ſind demnach bei dieſem Apparat alle Erſcheinungen der Verbrennung umgekehrt; die hohe Temperatur,

Digitized by Google

die bisher am Roste stattfand, ist nach dem obern Theil, die Destillazion, welche an dem obern Theile vor sich ging, ist nach dem Roste versetzt, die Unterbrechungen bei der frühern Unterhaltung des Feuers sind ungeachtet der Intermittenz des Nachfeuerns in einen regelmäßigen Gang gebracht worden. Der Constructeur des Apparats zählt die praktischen Vortheile desselben folgendermaßen auf. Die Unterhaltung des Feuers ist nicht mehr mühsam; die Heizer werden durch die Hitze des Feuerraumes nicht belästigt, da dieser stets geschlossen bleibt; die Reinigungen finden seltener statt und sind leichter zu bewirken; es braucht keine Asche mehr aufgehäuft zu werden, da die festen Ueberreste sich alle in Schlacken verwandeln; die Roststäbe erhalten eine viel größere Dauer, da sie durch die Koncentrirung der Hitze am Roste nicht mehr zerstört werden; die Kraft des Generators wird durch die Aufstellung des Apparats vermehrt; die Quantität des in ein- und demselben Feuerraum konsumirten Brennmaterials kann in dem Verhältniß von 1 : 6 variiren; das Anmachen des Feuers geht schneller vor sich, und endlich findet in dem Apparat, als Werkzeug betrachtet, eine Genauigkeit und Geschwindigkeit statt, welche in solchen Etablissements, wo man plötzlich eine oder mehrere sehr mächtige Maschinen einrücken muß, mehr aber noch auf Eisenbahnen hochgeschätzt wird. —

II. Einrichtung einer ökonomischen Heizung.

In Fig. 11 bis 18 Seite 219 sind verschiedene Durchschnitte einer Kessel- oder Pfannenheizung, in Fig. 19 bis 22 die Durchschnitte eines Heizapparats für Dampfsieder oder Dampfkessel dargestellt. In allen diesen Figuren ist A der Feuerheerd, B die Feuerbrücke, C die Heizkammer, K das Rauchrohr oder der Schornstein.

Bei der hier angegebenen Einrichtung läßt sich die ganze Quantität der auf dem Feuerheerd sich entwickelnden Gase benutzen; dieser Feuerheerd selbst ist so konstruirt, daß eine vollständige Verbrennung der angewendeten Brennmaterialien, als Holz, Torf, Steinkohle, Kohks u. s. w. erzielt und unterhalten werden kann, so daß durch den Schornstein nur ein geringer Theil des Gases oder des Rauches nach einem so langen Aufenthalt in der Heizkammer, daß die Gase alle ihre Wärme abgegeben haben, entweicht.

Diese Art der Benutzung der durch die Verbrennung einer gewissen Quantität Brennmaterial erzeugten Wärme beruht auf folgendem Princip. Wenn in einem geschlossenen Raume eine Masse gashaltiger Stoffe einer hohen Temperatur ausgesetzt werden, so legt sich diese Masse in übereinander liegenden Schichten, wovon die obern eine höchste Temperatur annehmen, die sie an den Boden des zu heizenden Gefäßes abgeben, mit welchem sie in Berührung stehen; die untern Schichten bilden sich nur von den Theilen der erwärmten Gase, welche bereits bei ihrem Abzuge aus dem Heizraume abgekühlt sind, und diese abziehenden Gase werden vermittelst einer Wand E (Fig. 21) gegen den untern Theil dieser Heizkammer gedrückt. Man erreicht seinen Zweck dadurch, daß man dem aus dem Feuerraum entweichenden gashaltigen noch nicht verbranntem Gemenge einen Raum darbietet, welcher hinlänglich groß ist, daß es sich dort vermischen und so lange aufhalten kann, bis die Wirkung des Sauerstoffes seine vollständige Verbrennung bewirkt und folglich das Maximum der Hitze, sowohl in der Quantität als in der Intensität erzeugt.

Um es zu verhindern, daß die erhitzten gashaltigen Schichten nicht unbenützt durch den Schornstein entweichen, ist es erforderlich, in der Heizkammer das senkrechte Diaphragma (E) anzubringen, das bis auf 0m15 oder 0m20 von dem Boden der Heizkammer hinabreicht, und unter welchem hindurch bloß die untern, durch das Abgeben ihrer Wärme erkalteten Schichten den Schornstein erreichen können, während sie in der obern Region fortwährend durch neue Quantitäten von glühenden Gasen ersetzt werden, welche von dem Feuerraum mit dem gehörigen Antheil Sauerstoff hieher gelangen.

Nach den Umständen kann man für einen einzigen Feuerraum auch mehrere Heizkammern anlegen, deren Decke durch den Boden des zu erhitzenden Gefäßes, sei es ein Kessel, eine Pfanne, ein Bottich, eine Retorte, die Heerdsohle irgend eines Ofens, einer Trockenstube u. s. w. gebildet wird.

Es bedarf wohl kaum der Erinnerung, daß diese Einrichtung einer besondern Heizkammer mit den abfallenden Leitungen des Rauches oder mit den Kanälen, wie sie bei andern Feuerungen existiren, nichts gemein hat, denn es haben diese Kanäle nur den zum Abzug des Rauches erforderlichen Raum und nicht das Volumen jener, auch bieten sie den Gasen nicht jene Zeit, welche dazu erforderlich ist, daß sie sich in Schichten legen und ihre Verbrennung bewirkt werden kann.

Digitized by Google

Die an dem Gefäß X erkaltete Schicht drückt sich herunter und strömt durch die Oeffnungen EE in die horizontalen Kanäle F; durch G endlich steigt der Rauch in die Kanäle H, in denen er um die Seitenwände des Kessels cirkulirt und wo er gezwungen wird, durch das bei I angebrachte Diaphragma zu gehen, unter welchem hindurch bloß die kältesten Gase nach K in den Schornstein abziehen.

Es versteht sich von selbst, daß nach der Art und Weise, wie diese Feuerungskonstrukzion angewendet werden soll, auch Modifikazionen in Bezug auf alle Theile der Feuerung und besonders auf den Raum unter dem Diaphragma E, der gewöhnlich zwischen 12 bis 20 Centimeter abwechselt, eintreten müssen.

III. Verbesserter Küchenofen.

Fig. 24 (Seite 221) ist die äußere Ansicht des Ofens, Fig. 25 die obere Ansicht der Kochplatte, Fig. 26 der Längendurchschnitt in etwas größerem Maßstabe nach der Linie 1—2 in Fig. 25; Fig. 27 der Querschnitt nach der Linie 3—4 in Fig. 25; Fig. 28 der Querschnitt durch die Linie 5—6 oder durch die Mitte des Feuerraumes.

Die Wärme, welche sich von dem auf dem Roste B liegenden Brennmaterial entwickelt hat, folgt der durch Pfeile angedeuteten Richtung, geht über die Scheidewand a, umspielt den Kasten D auf allen Seiten, umstreicht das Wassergefäß E, in welchem stets warmes Wasser erhalten werden kann, und entweicht dann in den Schornstein G. Der Kasten D hat in seinem untern Theil eine länglich viereckige Oeffnung, die, wenn es nöthig ist, mit einer gußeisernen Platte geschlossen wird, welche ebenfalls eine, jedoch runde Oeffnung hat, die man auch schließt, wenn es nothwendig ist, oder welche ein Gefäß mit einer Flüssigkeit oder irgend etwas anderem, das man gewärmt haben will, aufnimmt. Die Oeffnung C dient zum Durchgang der Hitze, wenn die Platte F geheizt werden soll, auf welcher auch Speisen stehen können, die man warm erhalten will; die Dämpfe von derselben entweichen durch die Schieberthür d, welche zu diesem Zweck geöffnet wird. Ueber die Oeffnung C kann man einen Rost legen, auf welchem Kotelets, Fische u. dgl. gebraten werden können, in welchem Falle man die Platte F aufhebt, damit Dämpfe und Rauch durch die kleine Thür d abziehen können. Links von dem Feuerraum ist die Thür I angebracht, auf welche man, wenn sie niedergeschlagen wird, ein Bratgeschirr setzen kann, das seine Hitze durch den Rost B' erhält.

IV. Blecherner und gußeiserner Backofen.

Die an diesem in Fig. 29 bis 38 (Seite 223) dargestellten Backofen angebrachten Veränderungen bestehen:

1. In der Anwendung von gußeisernen durchbrochenen Platten nach Fig. 29—31, welche den eigentlichen Heerd des Backofens bilden und durch welche man in den Stand gesetzt wird, die Brode ohne Anwendung irgend eines andern Mittels zu zeichnen.

2. In einer neuen Einrichtung des Ofens, den man „mehrfachen Ofen" nennen kann, welcher nur von einem einzigen Feuerraum aus entweder mit Steinkohlen oder mit jedem andern Brennmaterial geheizt wird und der Art konstruirt ist, daß die von diesem Feuerraum ausgehende Flamme und heiße Luft nach und nach in mehreren Abtheilungen oder Kanälen cirkulirt, um gleichzeitig zwei oder drei Oefen zu heizen und bei dem Backen des Brodes eine große Sparsamkeit zu erreichen. Fig. 32 ist eine Ansicht des Backofens, Fig. 33 ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie ab in Fig. 34, die der Grundriß des Ofens nach der Linie cd in Fig. 33 ist; Fig. 35 ist ein anderer Grundriß nach der Linie ef in Fig. 33, und endlich ist Fig. 36 ein Längendurchschnitt durch die Mitte des Ofens. Man ersieht hieraus, daß der Ofen wirklich aus drei besondern Räumen A, B, C von verschiedenen Dimensionen besteht, wovon zwei in derselben horizontalen Ebene liegen und der dritte sich darüber befindet. Diese Backöfen werden von Metall, von Blech und Gußeisen, oder auch ganz von Gußeisen hergestellt; die Heerde bestehen aus mehreren Platten wie aus Fig. 37 ersichtlich ist, in welcher a die untere mit einer Schicht feinen Sandes b bedeckte Platte ist, worüber eine zweite der untern ähnliche Platte liegt. Diese Platten können aus einem Stücke oder auch aus mehreren Theilen bestehen. Die letzte Platte endlich, welche die Oberfläche des Heerdes bildet, ist jene durchbrochene Platte, worauf die Brode gelegt werden und aus mehreren aneinander gesetzten Stücken besteht.

Bei diesem System geschieht die Heizung nicht auf direkte Art im Innern des Ofens, sondern durch die darunter liegenden Feuerheerde. In dem in unsern Zeichnungen dargestellten Ofen befinden sich drei Heizungen D, E, F; doch könnten dieselben auch in einer einzigen, oder in zweien mit größern Dimensionen zusammen gezogen werden,

Digitized by Google

Rauchverbrennende Feuerung.

Fig. 1. Aufriss.

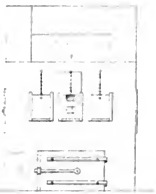


Fig. 5.

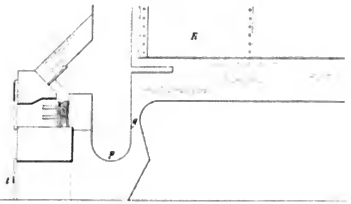


Fig. 4. Durchschnitt nach C D in Fig. 2.

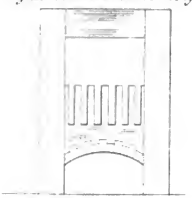


Fig. 2. Grundriss.

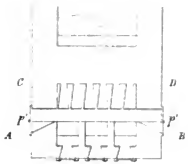
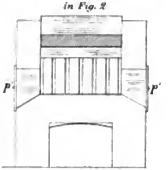


Fig. 3. Durchschnitt nach A B in Fig. 2.



Rauchverbrennender Ofen.

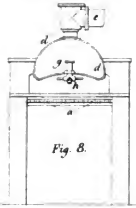


Fig. 8.

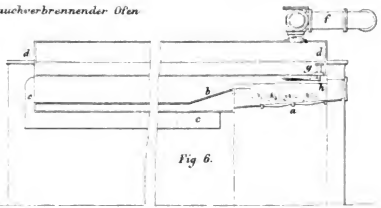


Fig. 6.

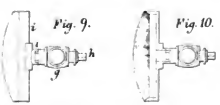


Fig. 9.

Fig. 10.

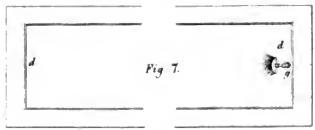


Fig. 7.

10 5 0 1 2 Meter zu Fig. 1–5.

Digitized by Google

Kessel- oder Pfannenheizung.

Fig. 11.

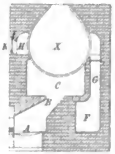


Fig. 12.

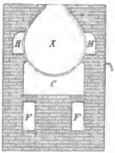


Fig. 15.

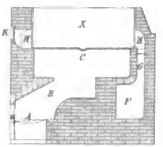


Fig. 16.

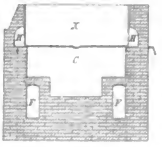


Fig. 13.

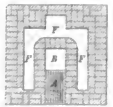


Fig. 14.

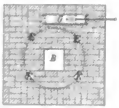


Fig. 18.

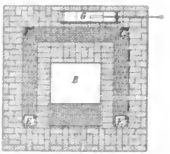
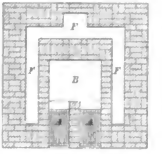


Fig. 17



Heisapparat für Dampfkessel.

Fig. 19.

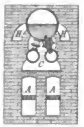


Fig. 21

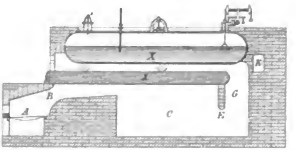
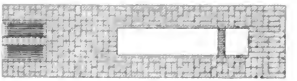


Fig. 20

Fig. 22.



Digitized by Google

Kochöfen.

Fig. 24.

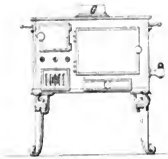


Fig. 25.

Fig. 26.

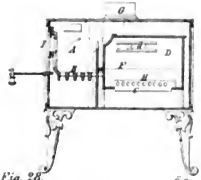
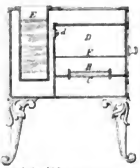


Fig. 26.

Fig. 27.



Oefen zum Ziegel- und Kalkbrennen, so wie zu metallurgischen Operationen.

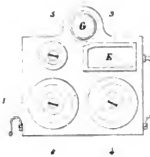


Fig. 41.

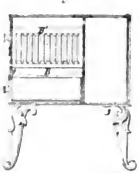
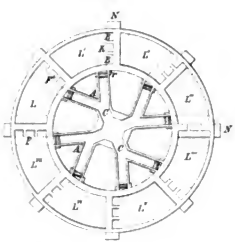


Fig. 42.

Fig. 39.



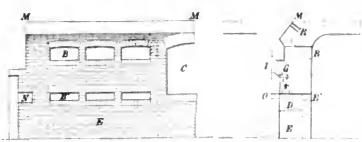


Fig. 45.

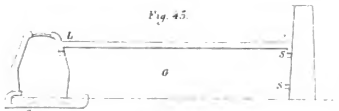


Fig. 43.

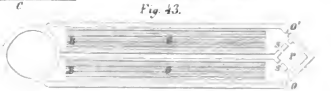
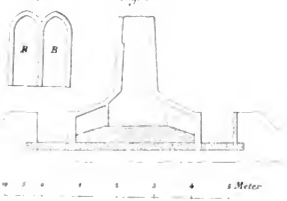


Fig. 44.

Fig. 40.



Digitized by Google

Fig. 29.

Fig. 30.

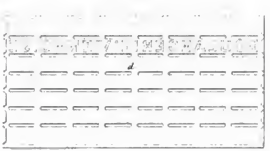


Fig. 31.

Fig. 37.

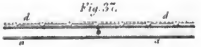


Fig. 38

Fig. 32.

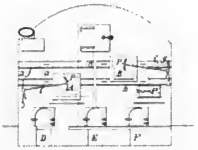


Fig. 33.

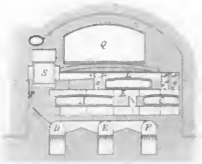


Fig. 34.

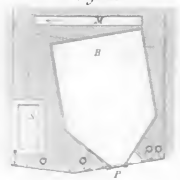
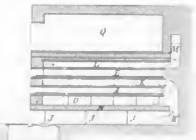


Fig. 35.

Fig. 36.



Digitized by Google

je nachdem man es für nöthig erachtet. Die Flamme und der Rauch von diesen Feuerungen cirkuliren zuerst horizontal in den Kanälen G, H, I und vereinigen sich in dem mittleren Kanal H' vermittelst der Seitenkanäle J, um dann in den Theil K zwischen den beiden ersten und dem dritten Ofen zu treten, von wo sie höher steigen, damit sie sich in der Abtheilung L verbreiten, um durch den Kanal M in den Schornstein abzuziehen.

Es ist begreiflich, daß bei dieser Einrichtung die verschiedenen Wände jedes Ofens bis zur geeigneten Temperatur erhitzt werden können, indem man entweder alle drei Feuerungen beheizt, oder daß man nur zwei oder eine in Thätigkeit setzt. In allen Fällen regelt man den Zug und folglich die Wirksamkeit der Brennmaterialien vermittelst der Register e, f, g. Da die Hitze zu stark sein würde, wenn man die Flamme und den Rauch direkt unter die Heerde der beiden ersten Oefen wollte durchstreichen lassen, so sind diese von den Feuerräumen durch eine horizontale Wandung N geschieden, über welcher ein leerer Raum O ist, der bloß von der Luft eingenommen wird, die sich durch die Berührung mit dem Scheider N erhitzt. Das Mundloch eines jeden Ofens wird durch eine Thür P geschlossen, die man auf gewöhnliche Art, besser aber mit einem Bogenhebel, der an einem Ende mit einem Gegengewicht versehen ist, öffnet und zumacht.

Um so viel als möglich alle bei der Verbrennung sich entwickelnde Wärme benützen zu können, ist über dem Ofen die große Kammer Q angebracht worden, welche von der Flamme und dem Rauche bespielt wird, bevor diese in den Schornstein abziehen. Auch ist ein Behälter S angelegt, welcher mit Wasser gefüllt ist und den man nöthigenfalls direkt heizen kann, indem man rings um ihn einen Theil der Flamme gehen läßt, die von einem der Heerde durch die Röhre T aufsteigt, deren Oeffnung ebenfalls durch ein Register j regulirt wird.

V. Kalk- und Ziegelöfen zu Villeneuve-le-Roi an der Yonne.

Die Verbrennung, welche aus der Verbindung des Sauerstoffs mit irgend einer Substanz hervorgeht, gibt Veranlassung zu einer Wärmeentwicklung, welche für eine beständige Quantität Sauerstoff dieselbe zu sein scheint. Diese entwickelte Wärme erhöht die Temperatur der durch die Verbrennung entstehenden Gase und der übrigen in Berührung kommenden Körper und theilt sich auch durch die Strahlung entfernteren Körpern mit.

Bei der Verbrennung der Kohle durch die atmosphärische Luft erwärmt also die Hitze der Verbrennung:

1. die Kohlensäure und den Wasserdampf, die sich gebildet haben;

2. die Masse von nicht verbrannter Kohle, die sich in Berührung mit den verbrannten Molekülen befand;

3. das Stickstoffgas, das sich mit dem verbrennenden Sauerstoff vermischt, und manchmal durch Strahlung die entfernteren Körper.

Die Wärme, welche zur Erhöhung der Temperatur der in Berührung kommenden Körper verwendet wird, geht verloren für die Erhitzung der Verbrennungsprodukte und verhindert diese zu einer so hohen Temperatur zu gelangen, als es der Fall sein würde, wenn sie allein unter der Wirkung der Verbrennungswärme ständen.

Bei der Verbrennung der Kohle durch reinen Sauerstoff gibt die entwickelte Wärme, die keinen interponirten Stickstoff zu erwärmen hat, Veranlassung zu einer viel lebhaftern Verbrennung als durch atmosphärische Luft und scheint in der Kohle, und der erzeugten Kohlensäure eine viel höhere Temperatur hervorzubringen.

Bei der Verbrennung des Wasserstoffs durch reinen Sauerstoff, welche vorher nach den Verhältnissen, aus denen das Wasser besteht, gemengt sind, vermehrt der Mangel fremder Körper in dieser Mengung die Erhöhung der Temperatur außerordentlich, ohne daß man über diese Thatsache den geringsten Zweifel erheben kann, weil die hohe Temperatur des Produktes dieser Verbrennung die feuerbeständigsten Körper, z. B. Platina, Kalk, Magnesia u. s. w. zum Schmelzen bringt.

Eben so, wenn die Körper, welche die Verbrennung hervorbringen müssen, und diejenigen, mit denen sie vermischt sind, oder welche unmittelbar daran liegen, schon auf eine hohe Temperatur gebracht wären, so würde die Wärme, die dann von der Verbrennung erzeugt wird, ihren ganzen kalorischen Effekt zu dem erzeugten hinzufügen, und es scheint, daß eine Zunahme der Temperatur unausbleiblich aus dieser vorhergehenden Erwärmung resultiren muß. Man erhält also durch dieses Mittel Quellen zu einer viel höheren Wärme als bei Anwendung der gewöhnlichen Methode.

Diese Idee der vorhergehenden Erwärmung ist in-

Digitized by Google

deſſen nicht neu; es iſt in der That bekannt, daß die Verbrennung in mehreren Hochöfen zur Erzeugung des Gußeiſens mit bis auf 200 bis 300 Grade erhitzter Luft unterhalten wird, und die glücklichen Erfolge dieſer Methode beſtätigen die oben ausgeſprochene Meinung, die aber die allgemeine Aufmerkſamkeit noch lange nicht bis zu dem verdienten Grade erhöht hat.

Man glaubt, daß die Luftzuführung durch bereits erhitzte Röhren die Wirkung des Sauerſtoffes auf die Kohle kräftiger anfacht und ſie ſchneller hervordringt; man ſchreibt beinahe einzig dieſer Urſache die Erſparung zu, welche daraus hervorgeht.

Ohne die vermehrte Kraft abzuleugnen, welche die vorhergehende Erwärmung der brennenden Kraft des Sauerſtoffes mittheilt, kann man doch annehmen, daß die Erhöhung der Temperatur, welche, wie weiter oben geſagt, aus dieſer Erwärmung hervorgeht, den größten Antheil an den beobachteten Wirkungen haben muß und daß man in dieſer Beziehung nicht weiß, welchen Vortheil man aus der vorhergehenden Erwärmung ziehen könnte, um zu einer höhern Temperatur zu gelangen.

Uebrigens hat man es auch nicht verſucht, die Anwendung dieſes Mittels zu anderm Gebrauch als zur Erzeugung des Gußeiſens zu verbreiten, und das Verfahren, deſſen man ſich zur Erhitzung der Luft bedient, indem man ſie durch gußeiſerne Röhren leitet, beſchränkt die Erhitzung der Luft und macht ſie auch ſehr koſtbar.

Der nachſtehend beſchriebene Ofen für Ziegel- und Kalkbrennerei iſt eines ſehr umfaſſenden Gebrauches fähig und liefert viel leichter heiße Luft für weit geringere Koſten. In Fig. 39 (Seite 221) iſt L, L^I bis L^{VI} ein durch gemauerte Scheidewände in 8 verſchiedene überwölbte Abtheilungen getheilter Raum, der mit Ziegeln oder andern Materialien in der Art angefüllt wird, daß darin große Oeffnungen B verbleiben, durch welche die Luft leicht von einer Abtheilung in die andere ſtrömen kann. Dieſe Oeffnungen müſſen aber ſo eingerichtet werden, daß ſie, wie aus den in größerem Maßſtabe gezeichneten Fig. 41 und 42 erſichtlich, als Feuerungen benutzt werden können. Sind nun alle Oeffnungen des Ofens mit Ausnahme derjenigen, welche die Feuerungen enthalten, gut verſchloſſen, iſt durch eine Zugeſſe oder durch jeden andern Saugapparat ein hinlänglich ſtarker Luftſtrom in den von L nach L^{VI} gehenden Abtheilungen hergeſtellt und das in der Feuerung F liegende Brennmaterial wird entzündet, ſo wird die erhitzte Luft durch alle Abtheilungen L bis L^{VI} ſtrömen, ihre Temperatur erhöhen und dann entweichen, nachdem ſie beinahe alle Wärme abgeſetzt hat, welche durch die Verbrennung entſtanden iſt.

Das Feuer, welches in dieſem Feuerraum eine gewiſſe Zeit hindurch unterhalten wird, bringt die Temperatur der Abtheilung L auf einen Wärmegrad, der kaum durch ein länger unterhaltenes Feuer überſchritten wird. Man läßt dann das Feuer in dieſem Brennraume ausgehen und zündet ein anderes in dem Feuerraum F' an. Die Luft, welche dieſen letztern ſpeiſt, ſtrömt vorher durch die Abtheilung L und erhitzt ſich durch die Berührung mit den glühenden Ziegeln bedeutend, ohne daß ſie durch eine vorhergegangene Verbrennung etwas von ihrem Sauerſtoff verloren hat. Die verbrannte Luft beſitzt bei dem Entweichen aus dem Feuerraum F' nach dem Vorhergehenden eine viel höhere Temperatur als bei dem Ausſtrömen aus F, beſonders wenn die Verbrennung daſelbſt im Anfange ſtattgefunden, als die Abtheilung L ihre ganze Wärme beſaß; die Temperatur dieſer Abtheilung, die ſich durch die Paſſage kälterer Luft vermindert, liefert dem Feuerraum F' eine nach und nach kühler werdende Luft.

Nachdem die Abtheilung L' ſo viel Wärme als möglich aufgenommen, eine Wärme, welche größer ſein muß als die in der Abtheilung L, läßt man das Feuer in F' ausgehen und macht ein Feuer bei K an, wohin die Luft gelangt, nachdem ſie erhitzt worden iſt bei ihrem Durchgange durch die noch nicht abgekühlte Abtheilung L und durch die Abtheilung L', wo ſie etwas wärmer ankömmt, und da ſie dieſe Abtheilung wärmer findet als urſprünglich die Abtheilung L, ſo gelangt ſie in den Feuerraum bei K mit einer weit höhern Temperatur als bei der Speiſung des Feuers in F', und muß durch die Verbrennung, die ſie bei K unterhält, eine außerordentlich hohe Temperatur hervorbringen.

Wenn die Abtheilung L ziemlich abgekühlt iſt, ſo kann man die darin enthaltenen Materialien herausnehmen, welche der Cirkulazion der Luft hinderlich ſind, oder man kann der Luft nach Fig. 42 einen Ausgang durch die Oeffnung M des Feuerraumes F' verſchaffen, durch welche das Brennmaterial aufgegeben wird; gleichzeitig füllt man, wenn der Saugapparat beweglich iſt, die Abtheilung L^5 mit Ziegeln oder anderm Materiale aus und nimmt diejenigen fort, auf welche die Hitze ihre Wirkung ausgeübt hat. Auf dieſe Art

Digitized by Google

läßt sich bei der kreisrunden Form der überwölbten Galerie durch Einsetzen auf einer und Ausnehmen auf der andern Seite ein fortwährender Betrieb erzielen.

Die Zahl der Abtheilungen vor und hinter dem Feuerraum ist bei dem in Rede stehenden Ofen nicht festgesetzt; sie kann größer oder kleiner sein, je nach der Stärke, mit welcher die Luft von dem Ansaugungsapparat angezogen wird, und je nachdem die Zwischenräume oder Kanäle zwischen den eingesetzten Materialien der Luftströmung Raum lassen.

Die Vortheile des Ofens bestehen also in der Erreichung einer höhern Temperatur und in der viel bedeutendern Benützung der Wärme als bei gewöhnlichen Anlagen dieser Art. Betrachten wir aber die ganze Einrichtung noch etwas näher.

Der zweckmäßigste Saugapparat ist in den meisten Fällen ein Schornstein in der Mitte über der kreisrunden Galerie mit so viel Kanälen als es Abtheilungen gibt, um nöthigenfalls mit einer jeden der letztern die Verbindung herstellen zu können. Anstatt eines Schornsteins kann man ein Schwingrad durch einen Wasserlauf oder irgend eine andere Kraft in Bewegung setzen; man erreicht dadurch vor dem Schornstein den Vortheil, die verbrannte Luft ohne Ueberschuß an Wärme gegen die Atmosphäre abzuführen, während es bei dem Schornsteine einer Mehrhitze von einigen Graden bedarf, die also geradezu verloren geht. Um aber bei Anwendung eines Schwingrades den Schornstein zu benutzen, muß die verbrannte Luft eine größere Anzahl von Abtheilungen durchströmen, und folglich ist eine bedeutendere Anziehungskraft nothwendig.

Die Kanäle C und C können so angelegt werden, wie es in der Fig. 39 angegeben ist. Damit die heiße Luft durch die Abtheilungen ströme, welche geheizt werden sollen, ist es nothwendig, daß die Luft in den ersten Heerd einziehe und erst durch den letzten Kanal entweiche; die übrigen müssen sorgfältigst geschlossen werden. Um diese zu schließen, wenn es nothwendig ist, kann man für jeden in dem der Abtheilung nahe liegenden Theil zwei Register r anbringen, wovon eines an der Schornsteinseite von Blech oder anderm Metall, das andere an der Feuerseite zur bessern Widerstandsfähigkeit gegen die Hitze von gebranntem Thon aus einem oder aus mehreren Stücken hergestellt werden muß; um ferner jeden Luftstrom abzuschneiden, kann man den Raum zwischen beiden Registern mit feinem Sand anfüllen.

Die Konstruktion der Feuerheerde erfordert eine besondere Aufmerksamkeit. Der Roste bedarf es nicht; auch würden sie bei der Einrichtung der Feuerungen, wie sie in Fig. 41 und 42 dargestellt sind, sehr schnell verbrennen. Die Steinkohle wird durch den Kanal M aufgegeben, R sind Schieber von starkem Blech, mit denen man nach Belieben den Kanal M schließt, um das Eindringen der äußern Luft zu verhindern, wenn das Brennmaterial aufgegeben wird; sie bleiben fortwährend geschlossen, und wenn man Kohle hinein thun will, so öffnet man zuerst das obere Register und füllt den Raum mit Kohlen aus; dann wird das obere Register geschlossen und das untere geöffnet, so daß die Kohle auf den Heerd fällt. Die Asche wird durch die Luftströmungen zum Theil fortgeführt und verflüchtigt; die zurückbleibende fällt mit der Kohle durch die Zwischenräume der hochkantig gestellten Ziegeln t, welche die Stelle des Rostes vertreten und von sehr feuerbeständigem Material angefertigt sein müssen. Die aus der anliegenden Abtheilung durch die Oeffnungen B' strömende Luft verbrennt die Kohle, welche diesen untern Theil des Feuerheerdes zu verstopfen strebt. Der Aschenfall D kann erforderlichen Falls durch die Oeffnung N Fig. 39 und 41 in Verbindung gesetzt werden.

Da eine höhere Temperatur die Verbrennung kräftiger macht, und da die bereits erhitzte Luft mit Schnelligkeit in die Zwischenräume tritt, die sich zwischen den Kohlenstücken befinden, so geht die Verbrennung auf eine wünschenswerthe Weise vor sich.

Die durch die vereinigten Abtheilungen gebildete Galerie braucht nicht immer, wie oben gesagt worden, gewölbt zu sein. Wenn die zu brennenden Gegenstände durch das Brennen schwinden, wie die Ziegel z. B., so entsteht durch diese Volumsverminderung ein leerer Raum zwischen dem Gewölbe und den Ziegeln, und da die heiße Luft durch diesen obern Theil eine breitere Passage findet als durch die zwischen den Ziegeln bestehenden Zwischenräume, so zieht sie sich nach dieser Seite hin und wärmt die Masse der Ziegeln weniger durch.

Ist der Ofen zum Brennen von Mauer- und Dachziegeln oder Fliesen bestimmt, so kann das Ueberwölben der Galerie unterbleiben, weil man, wenn die Ziegeln alle aufgestellt und oben gehörig abgeglichen sind,

Digitized by Google

sehr leicht ein bewegliches Gewölbe von den zu brennenden Ziegeln herstellen kann. Man legt sie zu diesem Behufe flach wie die übrigen Ziegeln, jedoch so, daß jeder Ziegel über zwei Reihen liegt und den Zwischenraum derselben überdeckt; man stößt sie hart aneinander, so daß so wenig Raum als möglich zwischen ihnen bleibt. Ist auf diese Art eine Schicht gelegt, so legt man darüber eine zweite und dann eine dritte, die letztere jedoch so, daß ihre Fugen über die Mitten der untern Ziegeln treffen, um jedem Luftzuge vorzubeugen, was man dadurch noch besser erreichen kann, daß man die letzte Ziegelschichte mit einer oder mit zwei Schichten großer Platten überdeckt.

In jeder Brennkammer, wie wir die einzelnen Abtheilungen nennen, muß zwischen der Ziegelmasse und dem Feuerheerd ein Zwischenraum von 0m30 bis 0m70 verbleiben. Das bewegliche Gewölbe kann über diesen Raum nicht fortgesetzt werden, da die Ziegeln keine Unterlage hätten. Es muß daher die Galerie hier mit einem festen Gewölbe überdeckt werden.

Zwischen den das bewegliche Gewölbe bildenden Ziegeln muß immer etwas äußere Luft eindringen, welche die Verbrennung der von dem Brennmaterial ausströmenden flüchtigen Theile, als Kohlenoxyd und Wasserstoffgas, vervollständigen. Es ist zu diesem Behufe und zur möglichsten Verhinderung der Rauchbildung selbst an dem untern Theil des Feuerheerdes eine Oeffnung B zum Einlassen reiner Luft angebracht.

Oft ist es erforderlich, daß die in die Brennkammern einzusetzenden Gegenstände nach und nach mit langsam zunehmender und dann in gleichem Grade abnehmender Temperatur gebrannt werden müssen, wie es bei den Ziegeln der Fall ist. Dies erreicht man dadurch, daß man auf einem Heerd Feuer anmacht, bevor das Feuer auf dem vorhergehenden Heerde gänzlich gelöscht wird, und indem man einen Theil der Oeffnungen verschließt, durch welchen Luft zu diesem ersten Heerde strömt, und die Register mehr oder minder öffnet, damit das Feuer mit einem Gemenge kalter atmosphärischer und schon verbrannter Luft gespeist werde.

Obgleich der hier beschriebene Ofen sich vorzugsweise zum Brennen plastischer Gegenstände, keramischer Produkte, Kalk u. s. w. eignet, so ist er doch nichts desto weniger auch zu mehreren metallurgischen Operazionen brauchbar. Man läßt in diesem Falle die heiße Luft, wenn sie die Gegenstände, auf welche sie wirken soll, nicht mehr erhitzt, durch Schornsteine mit Verlust aller Wärme, die sie besitzt, abziehen; einen guten Theil davon kann man benützen, wenn man neben dem Ofen eine horizontale gewölbte Doppelgalerie G G' (Fig. 43 u. 45) erbaut, die an ein und denselben Schornstein stößt und zum Theil mit gehörig aufgestellten Materialien, z. B. Ziegeln, angefüllt ist. Jede dieser beiden Galerien steht nach Belieben durch Oeffnungen, welche alle mit Registern versehen sind, an einem Ende mit dem obern Theil des Ofens, z. B. bei L, mit dem untern Theil durch die Kanäle C und an dem andern Ende mit dem Schornstein durch die Oeffnungen SS und mit der äußern Oeffnung durch die Oeffnungen OO' in Verbindung. Der Vorgang ist dann folgender, wenn der Ofen in Thätigkeit gesetzt ist. Die Luft wird, statt daß sie wie gewöhnlich durch einen Schornstein abzieht, der sich direkt über dem Ofen erhebt, durch die Oeffnungen der Register in die Galerie G geleitet, die sie durchstreicht, um dann in dem am entgegengesetzten Ende errichteten Schornstein P aufzusteigen, welcher den Zug hervorbringt. Enthält diese heiße Luft noch brennbare Gase, z. B. Kohlenoxyd, so kann man dieselben ganz verbrennen und die Wärme, die man benützen will, vermehren, wenn die äußere Luft am Anfange der Galerie bei L eingelassen wird.

Soll diese Galerie auf eine gewisse Temperaturhöhe erhitzt werden, so läßt man die Luft des Ofens durch die andere Galerie G strömen, um sie auch durch Oeffnung gewisser Register und Schließung anderer zu erhitzen. Um alsdann die Wärme der erhitzten Galerie zu benützen, läßt man durch O die äußere Luft in dieselbe hineintreten, welche sich beim Durchgang durch diese Galerie erwärmt und die Feuerung des Ofens speist, indem sie durch den Kanal C zieht. Nach Verlauf einer gewissen Zeit, die durch die Erfahrung bestimmt wird, läßt man die äußere Luft in die andere Galerie G eindringen und erwärmt gleichzeitig wieder G durch die verbrannte Luft des Ofens. Wenn diese langen Hin- und Herzüge der Luft einen stärkern Zug erfordern als der durch den Schornstein bewirkte es ist, so muß ein Schwingrad substituirt werden, das durch eine beträchtliche Kraft in Bewegung gesetzt wird.

Sowohl in dem oben beschriebenen kreisrunden Ofen als in dem vorigen muß am untern Theil des Schornsteins eine Oeffnung angebracht werden, um die Erzeugung des Zuges zu beginnen, indem man darin

Digitized by Google

kleines Holz verbrennt. Ohne Anwendung dieses Mittels wird man sonst schwerlich zum Ziele kommen.

Eben so wie bei diesen beiden Galerien G und G ist es bei den Brennkammern des runden Ofens erforderlich, daß die zu brennenden Gegenstände, z. B. Ziegel, sorgfältig in gerader Linie B aufgestellt werden und Kanäle bilden, in denen die durchströmende Luft so wenig Hinderniß als möglich findet.

VI. Koncentrazionsofen zum gleichzeitigen Brennen von Kalk und Gips.

Fig. 46 (Seite 241) ist der senkrechte Querschnitt durch die Achse des Ofens, Fig. 47 ein horizontaler Durchschnitt nach der Linie 1—2; Fig. 48 ein anderer horizontaler Durchschnitt nach der Linie 3—4. Aus diesen Darstellungen ersieht man, daß der eiförmig gestaltete Kalkofen A mit seiner größern Baſis nach unten steht, und daß sich über ihm der Gipsofen B befindet, welcher nur durch die Wärme bedient wird, die sich im Innern des Kalkofens entwickelt, wenn dieser in voller Thätigkeit ist.

An dem untern Theile des Ofens A befindet sich eine runde Oeffnung C, mit der die Seitenkanäle D in Verbindung stehen, welche im Innern dieser Oeffnung bei a a ausmünden, wie in Fig. 48 zu sehen ist. Ein Schornstein b geht von einem Punkt derselben Oeffnung aus und erhebt sich seitwärts bis über den Ofen; der Zug desselben wird, wenn es nöthig ist, durch ein Register c an seinem oberen Theile geregelt. Der Rost E ist ihm gegenüber angelegt, um den Ofen ununterbrochen speisen zu können.

Die Eintragung des Kalksteins findet in der Art statt, daß abwechselnd 0·02 starke Kohlen und 0·25 starke Steinschichten aufgegeben werden. Es ist begreiflich, daß eine so kleine Quantität Kohle zum vollkommnen Brennen nicht hinreichend wäre, wenn man durch die Thür d dem Heerd nicht stets neues Brennmaterial nachgäbe. Wenn der Ofen gefüllt ist, so legt man auf den Rost etwas kleines Holz, das man anzündet; gleich darauf legt man nahe von der Oeffnung einige große Kohlenstücke, welche sich durch einen am Ende des Ofens angebrachten Zug sofort entzünden. Ist der Schornstein offen, und ist er nicht durch irgend eine Ursache verstopft, so zieht er den Rauch an sich, der sich durch die Verbrennung entwickelt. Die kleinen Kohlenstücke haben die Zwischenräume der Steine verstopft, und es würde kein Zug im Ofen stattfinden, wenn der Schornstein nicht vorhanden wäre. Indem die Flamme an die Wände des Gewölbes schlägt, macht sie dieselben rothglühend, und während dieser Zeit, welche nicht weniger als 6 Stunden betragen kann, erhitzt sich der Stein langsam, das in ihm enthaltene Wasser verdampft nach und nach, die Kohle, welche sich zwischen den Steinschichten befindet, entzündet sich und der nöthige Zug ist dann in dem Ofen hergestellt. Da nun der außerhalb des Ofens stehende Schornstein nachtheilig wirken würde, so verschließt man ihn an seinem obern Theile mit dem gußeisernen Schieber; gleichzeitig verschließt man den Eingang des Ofens mit der eisernen Thür d; die kleinen Oeffnungen der Kanäle D werden geöffnet, und der Ofen wird gespeist, um das Gewölbe heiß zu erhalten. Nach Maßgabe, als das Feuer in den Kalksteinschichten höher steigt, vermehrt sich der Zug des Ofens, und es muß dann die obere Oeffnung des Ofens verengt werden, indem das Register G nach und nach vorgeschoben wird, um den Zug zu mäßigen, der sonst eine zu große Wärmequantität entführen würde.

Wenn der Stein keinen weißen Rauch mehr entwickelt, was ein Zeichen ist, daß er keine Feuchtigkeit mehr enthält, so steigert man das Feuer bis zum höchsten Grade; in diesem Moment darf die Oeffnung des Ofens nicht mehr als 10 Quadratcentim. betragen. Erscheint das Feuer an der Oeffnung, so wird das Register h geöffnet, und die Oeffnung G dagegen wird hermetisch geschlossen; die Hitze streicht durch die Oeffnungen n n', verbreitet sich regelmäßig in dem Gipsstein und brennt denselben.

Der Ofen B, welcher den Gips enthält, hat nach Fig. 46 seine Lage über dem Kalkofen und ist rund, kann aber auch jede beliebige Form erhalten. Eine breite durch Ziegeln oder auf eine andere Art geschlossene Oeffnung O befindet sich in der Heerdsohle dieses Ofens und hat den Zweck, alle Gipssteine, welche gebrannt sind, in die Kammer M hinabfallen zu lassen, so daß sich also der ganze Betrieb, sowohl für das Brennen des Kalkes als für das des Gipses mit großer Leichtigkeit und ohne Zeitverlust bewerkstelligen läßt.

Damit der hier beschriebene Kalk- und Gipsofen aber auch zum Brennen des Gipsstaubes und der Gipsabfälle geschickt gemacht werde, ist derselbe bedeutenden

Digitized by Google

Modifikazionen unterworfen worden, welche aus Fig. 49 bis 53 zu ersehen sind; der Kalkofen ist im Ganzen derselbe wie in Fig. 46, die Einrichtung des Gipsofens aber ist eine andere geworden, um ihn zum ununterbrochenen Betrieb geeignet zu machen, und um das Einsetzen zu erleichtern. Es läßt sich diese Einrichtung auch überall anbringen, wo man keinen Kalkofen dabei hat; man darf statt seiner nur einen Feuerheerd anlegen, dessen Flammen die Gefäße, welche den zu brennenden Gips enthalten, direkt erhitzen. Fig. 49 ist der senkrechte Durchschnitt durch die Achse des Kalkofens mit dem darüber liegenden Gipsofen, der anstatt des Raumes B (Fig. 46) einen langen geneigten Kanal B′ bildet, welcher die Rauchröhre für den Kalkofen abgibt und in dessen Innerm zwei parallele eiserne Rails von flachen Schienen r (Fig. 49) befestigt sind, die den Zweck haben die blechernen oder gußeisernen Cylinder E aufzunehmen, in denen der zu brennende Gipsstaub enthalten ist. Sie werden durch den obern Theil eingebracht und legen sich dicht aneinander, indem sie bis zum untern Theil der schiefen Ebene hinunter rollen, wo sie durch zwei eiserne Thüren F gehalten werden. Der Querschnitt in Fig. 50 ist in größerem Maßstabe gezeichnet.

Ist nun der Kalkofen in Thätigkeit, so strömen die aus dem obern Theil desselben entweichenden Gase durch die Oeffnung n in den Kanal B′ und umspielen jeden der darin liegenden Cylinder, die sich nur an den Rändern berühren, erhitzen sie und folglich auch den in ihnen enthaltenen Gips. Diese Einrichtung ist um so zweckmäßiger als die im untern Theile der schiefen Ebene liegenden Cylinder am stärksten erhitzt werden, denn die Temperatur der Gase wird geringer, je mehr sie gegen den obern Theil hinaufströmen. Der Gips wird daher stufenweise nach Maßgabe als die Cylinder nach unten vorrücken, gebrannt. Wenn man sich überzeugt hat, daß das Brennen der ersten Cylinder vollständig geworden, so nimmt man sie nach und nach durch die Thüren F heraus.

Fig. 51 ist der senkrechte Querschnitt eines Gipsofens mit ununterbrochenem Betriebe, der nicht mit einem Kalkofen in Verbindung steht, welcher hier durch eine besondere Feuerung A′ ersetzt wird. Fig. 52 ist ein Durchschnitt nach der Linie 1, 2, 3 in Fig. 51. Die eisernen Cylinder E, welche den Gips enthalten, sind an jedem Ende mit einem eisernen Reifen umspannt, durch den sie auf den Schienen liegen; dadurch, daß sie vorstehende Ränder bilden, entstehen die für die Wärmeumspielung nöthigen Räume.

Fig. 53 ist die vordere Ansicht des Gipsofens. Die Cylinder E, welche zu einer gewissen Höhe mit Gips angefüllt werden, läßt man, wie bereits erwähnt, durch den obern Theil des Ofens hinein, in welchem sie, je mehr sie hinabrollen, einer immer mehr zunehmenden Hitze ausgesetzt sind. Sie drehen sich auf den Schienen r um sich selbst, und da sie an ihren Basen je mit einem kleinen Loche oo versehen sind, so kann aus demselben der sich in den Cylindern entwickelnde Dampf entweichen und in Verbindung mit der Flamme und den verbrannten Gasen durch die obere Oeffnung des geneigten Kanals B′ abströmen.

Wenn es für zweckmäßig erachtet wird, so kann man seitwärts vom Schornstein eine doppelte Kette ohne Ende anlegen, welche fortwährend in größerer oder geringerer Bewegung ist. Auf diese Kette legt man die mit rohen Gipssteinen angefüllten Cylinder, um sie, ohne Handarbeit auf die Schienen rollend, zum obern Theil des Schornsteins oder der schiefen Röhre zu bringen. Diese doppelte Kette erhält ihre Bewegung entweder von der Gips-Stampfmühle durch Getriebe und Rollen, oder von irgend einem andern Motor.

VII. Ein Gipsofen anderer Art

ohne Anwendung der bei mehreren solchen Oefen gebräuchlichen Ventilatoren ist der in Fig. 54 u. 55 (Seite 243) dargestellte, in welchem der Gips in kurzer Zeit und bei geringem Aufwande von Brennmaterial vollständig gebrannt wird. A ist der innere Ofenraum zum Aufsetzen des Gipses, B die kreisrunde Feuerung, C sind Wärmeröhren, D ist der Aschenfall, E der Abzugskanal für die Asche, der durch einen mit Löchern versehenen Schieber geschlossen wird und nöthigenfalls zur Hervorbringung eines Luftstromes dient; F ist ein Kanal zur Einführung des Brennmaterials; G sind Glocken von Gußeisen, welche rothglühend werden und dadurch die Wärme vertheilen, so wie den Rauch verbrennen; H der gußeiserne Rost; I der Gipsstein; J die Oeffnung zum Eintragen des Gipses, welche durch eine doppelte Blechthür geschlossen wird, deren Zwischenraum man mit gestampfter Kohle anfüllt; K ist eine andere Oeffnung zur Vollendung der Eintragung des

Digitized by Google

Gipſes; L ſind Blechröhren zur Erzeugung des Zuges und zum Entweichen des von dem Gipſe aufſteigenden Dampfes. Dieſe Röhren werden durch Klappen geſchloſſen und geöffnet. Durch das Hauptrohr L ſo wie durch die Nüance des Dampfes und nach der Art und Weiſe, wie er abzieht, wenn er zur Verbindungskugel aller Röhren gekommen, überzeugt man ſich von dem Zuſtande des Brandes; es ſind dann keine Thermometer mehr nothwendig, deren Angaben nicht immer genau ſind.

VIII. Porzellanöfen.

Fig. 56 (Seite 243) iſt der Grundriß eines Porzellanofens in der Höhe des Bodens; a iſt der Schornſtein, der im Centrum des untern Ofens 0=35 über dem Boden beginnt und ſich bis nach außen fortſetzt, wo er ſich neben dem Ofen bis zur paſſenden Höhe erhebt; b iſt der Aſchenfall, c die Aſchenfallthür, d ein Ventilazionskanal, der in der Höhe des Feuers in der Feuerung ausmündet, D iſt der Verglühofen; E die Thür zum Eintragen in den untern Ofen; Fig. 57 iſt der Grundriß des eigentlichen Porzellanofens, des obern Raumes gg; e iſt die innere, durch den Boden ff gehende Eſſe, k ſind die Feuerungen mit ihren Thüren l; ii ſind die Kanäle, durch welche das Feuer in den Ofen tritt, j iſt die Thür zum Eintragen der zu brennenden Waare, mm ſind Kanäle von dem Verglühofen, die in der Mauerſtärke liegen. In Fig. 58 bezeichnen dieſelben Buchſtaben auch die gleichen Gegenſtände, außerdem iſt d' die Oeffnung zum Putzen des Roſtes, n iſt das obere hermetiſch geſchloſſene Gewölbe; oo ſind eiſerne Bänder zum Zuſammenhalten des Mauerwerks, pp eiſerne Stangen zu demſelben Zweck.

Bei dieſem Ofen iſt die Beſtimmung der Abtheilungen umgekehrt wie bei den gewöhnlichen Oefen, wo man in den untern Theil das Porzellan ſetzt, welches bereits in einem andern Ofen verglüht worden und hier nur vollſtändig gebrannt werden ſoll; in dem obern Theil erhält das zu verglühende Porzellan ſeinen Platz; das Feuer wird in den Schürungen des unterſten Geſchoſſes angemacht; die Flamme durchſtreicht im Aufſteigen den erſten Stock, dringt durch die Kanäle in den zweiten und in die Eſſe, welche zu dieſem Zweck in dem Zwiſchengewölbe angebracht iſt, erhebt ſich ohne Widerſtand bis über das Gewölbe hinaus und entweicht aus dem Schornſtein ins Freie, indem ſie noch eine bedeutende Hitze enthält. Auf dieſe Art kann nur durch einen großen Aufwand von Brennmaterial das Brennen des Porzellans bewerkſtelligt werden.

Bei dem durch unſere Zeichnungen dargeſtellten Ofen wird das zu verglühende Porzellan in den untern Raum geſtellt; die Feuerungen befinden ſich um den obern Raum, der zum vollkommenen Brennen beſtimmt iſt. Die von den Feuerungen ausgehende Flamme erhebt ſich zuerſt im Innern des Ofens bis zur obern hermetiſch geſchloſſenen Decke, und wird von dort zurückgeſtoßen, indem ihre Strahlen von allen Theilen dieſes Gewölbes in einen einzigen Brennpunkt, an der innern Eſſe, zuſammenfallen. Die kalte Luft der untern Brennſtube wird erwärmt und nach und nach bis zur Oeffnung der großen Eſſe zurückgedrängt, welche beinahe im Niveau des Bodens dieſer Brennſtube liegt. Man kann ſich bei dieſer Operazion des Ausdruckes bedienen, daß die Flamme zweimal thätig iſt, denn von den Feuerungen ausgehend, welche keine Hitze entweichen laſſen, da ſie bedeckt ſind, umſpielt ſie beim Aufſteigen die Säulen der Kapſeln ringsherum; an der Decke angekommen, wird ſie von dem Gewölbe zurückgeworfen, deſſen Krümmung zu dieſem Behuf ſo berechnet iſt, daß die Flamme zweimal thätig iſt, denn von den Feuerungen ausgehend, welche keine Hitze entweichen laſſen, da ſie bedeckt ſind, umſpielt ſie beim Aufſteigen die Säulen der Kapſeln ringsherum; an der Decke angekommen, wird ſie von dem Gewölbe zurückgeworfen, deſſen Krümmung zu dieſem Behuf ſo berechnet iſt, daß die Flamme bei der Mündung der innern Eſſe koncentrirt wird, nachdem ſie das Porzellan von neuem umſpielt hat. Es erzeugen ſich alſo zwei Bewegungen der Flamme, eine zum Umkreiſe aufſteigende, und eine zum Centrum hinabfallende.

Auf dieſem Zuge werden alle Gaſe verbrannt, und zwar auf eine ſo nutzbringende Art für die zu brennenden Gegenſtände, daß das Brennen mit um ſo mehr Oekonomie bewirkt wird als die Flamme, welche in dem Ofen bloß da koncentrirt wird, wo ſich die größte Hitze befinden ſoll, an den untern Raum nur ſo viel Hitze abgibt als zum Verglühen des Porzellans nothwendig iſt. Die Flamme tritt in die Mitte der untern Brennſtube durch die Eſſe, an dem Umfang durch die Füchſe m, ſo daß ſie gleichförmig alle in dem untern Raum ſtehenden Gegenſtände berührt.

Das Abſtrömen des Rauches, aber auch nur des Rauches, geſchieht durch die große Eſſe; alle Wärme iſt im Innern benutzt worden, und anſtatt der langen Feuerzunge, welche aus der Eſſe der gegenwärtigen Oefen herausſtürzt, gelangt bei dem in Rede ſtehenden Ofen nur ein leichter kalter Rauch, welcher das einzige Ueberbleibſel der Verbrennung iſt, die im Innern voll-

Digitized by Google

ständig vor sich gegangen, bis zur Mündung des Schornsteins.

IX. Mit Steinkohlen beheizte Porzellanöfen

aus Staffordshire in England sind in Fig. 60 bis 68 (Seite 245) dargestellt. Fig. 60 bis 65 ist ein kleiner, Fig. 66 bis 68 ein großen Ofen dieser Art. In den Fig. 60 bis 65 sind a die Schürlöcher; bb die senkrechten, c die horizontalen Kanäle der Flamme; s der runde horizontale Kanal der Flamme; dd' der senkrechte Kanal der Flamme im Centrum des Arbeitsraumes, r ist der Arbeitsraum des Ofens; v das Gewölbe des Arbeitsraumes, e eine senkrechte Mauer zur Einschließung des Feuers; g die Esse des Arbeitsraumes; h Kanäle; k Schauloch, durch das man sich von dem Verhalten des Feuers überzeugt; n der Raum für das Verglühen; l ist die Thür zum Verglühraum; m der ins Freie mündende Schornstein; o ein fester; o' ein beweglicher Ziegel der Decke des Schürloches; p ist die Thür der Feuerung. In den Fig. 66 bis 68 ist wiederum a die Feuerung; b sind die senkrechten, c die horizontalen Kanäle der Flamme; d der senkrechte Kanal der Flamme in der Mitte des Arbeitsraumes; r der Arbeitsraum; g die Esse desselben; h Kanäle; k das Schauloch zur Besichtigung des Feuers; n der Verglühraum; m der Schornstein; o ein fester, o' ein beweglicher Ziegel in der Decke der Feuerung; p die Thür derselben; u ein rundes Banquet zur Umschließung des Kanals b und zum Tragen der hohlen Säulen b; t der freie Raum zwischen den hohlen Säulen und der Mauer, in welchen eine Reihe großer Kapseln gestellt werden; u' bedeckter Raum über dem Kanal b für die Aufstellung einer mit Porzellan gefüllten Reihe von Kapseln.

Bei dieser Anordnung des Ofens werden die Kapseln nicht in direkte Berührung mit der Flamme gebracht, wie es bei den übrigen Porzellanöfen der Fall ist. Durch die direkte Berührung der Flamme und des Rauches werden die Waaren verdorben und die beim Brande nöthigen Nebenmaterialien leicht zerstört, welche Nachtheile in unserm Ofen nicht stattfinden, da die Hitze erst dann an die Kapseln kommt, wenn sie die verschiedenen Einschließungsmauern des Feuers umströmt hat; es wird dadurch eine merkwürdige Regelmäßigkeit der Temperatur in dem ganzen Arbeitsraum erzielt. Wenn bei den gewöhnlichen Oefen die freie mit den Kapseln in Berührung tretende Flamme sich unmittelbar und in diagonaler Richtung von der Feuerung zur Esse hinzieht, nachdem sie auf diese Art den kürzesten Weg in dem Arbeitsraum zurückgelegt hat, so strömt bei dem gegenwärtigen Ofen die in der Feuerung a sich bildende Flamme zuvörderst nach b, wo sie sich in senkrechter Richtung theilt und der gebrochenen Linie $b\,b'\,b^2$ auf der einen Seite folgt, auf der andern aber unter dem Boden des Brennraumes nach der gebrochenen Linie $b\,c\,d\,d'$ hinstreicht, so daß die Kapselsäulen in dem Arbeitsraum die Hitze von vier verschiedenen Seiten empfangen, nämlich von unten, von den beiden senkrechten Seiten, und endlich durch das Zurückstrahlen vom Gewölbe. In horizontaler Richtung ist die Flamme gezwungen den kreisförmigen Raum $b\,b'$, welcher die Brennstube des kleinen Ofens ganz umgibt, zu durchströmen, bei dem großen Ofen theilt sich die Flamme, nachdem sie denselben Kanal erfüllt hat, in die Säulen b', welche aus übereinandergesetzten Kreisen bestehen, und die Flamme cirkulirt der Art, daß sie sich noch unter dem Boden des Arbeitsraumes bei c theilt. Man ersieht also hieraus, daß die Flamme so lange als möglich in dem Ofen zurückgehalten wird, so daß sie in demselben ihre größte Wirkung ausüben kann.

Bemerkenswerth ist die Einfachheit der Schürungen, einer der wesentlichsten Punkte der Konstrukzion dieses Ofens. Das Brennmaterial wird von oben aufgegeben, und es hat die Kohlenschicht durch den zwischen o' und der runden Mauer x gelassenen freien Raum ungefähr 1 Meter Höhe. Diese Steinkohlenmasse wird durch ein alle halbe Stunde erfolgendes Aufgeben erhalten, so daß das Brennmaterial stets im Niveau des obern Theils der Schürungen sich befindet. Die Oeffnung p der Feuerungen wird mit nicht vermauerten Ziegeln geschlossen, zwischen denen ein Raum von beiläufig 2 Centimeter verbleibt; durch ihn tritt die zur Verbrennung nöthige Luft ein.

Es ist begreiflich, daß das neu aufgegebene und den obern Theil bildende Brennmaterial, wenn die Feuerungen auf die angegebene Weise besorgt sind, eine größere Quantität unbrennbares, sehr reducirendes, mit Wasserstoff und Kohlenstoff geschwängertes Gas liefert. Das untere Brennmaterial dagegen, welches bereits mindestens eine Stunde in der Feuerung gelegen und vor die Oeffnungen der Thür p nur in dem Zustande als Kohl komme, liefert eine Schicht

Digitized by Google

ſehr oxidirendes oder mit Kohlenſäure geſchwängertes Gas. Dieſe beiden Schichten gasiger Produkte vermengen ſich in dem Halſe der Feuerung und in den verſchiedenen Kanälen, welche ſie zum Schornſtein führen, und es entſteht dadurch eine Flamme von homogener Kompoſizion, welche ſich während der ganzen Dauer des Feuers nicht verändert und deren chemiſche Zuſammenſetzung ſich mit Hülfe von Oeffnungen in den Thüren p ſehr leicht reguliren läßt.

Der Hals der Feuerungen iſt gewölbt, wie aus dem Durchſchnitt Fig 64 zu erſehen iſt; der obere Theil der Feuerung wird durch den feſten Ziegel o und den beweglichen Ziegel o′ (Fig. 60 und 65) geſchloſſen.

Die Anwendung der Roſte hat der Conſtructeur dieſes Ofens gänzlich verworfen, weil das Brennmaterial auf denſelben ſich fortwährend ändert, wodurch auch die Kompoſizion der Atmoſphäre des Ofens verändert wird. Außerdem erheiſcht der Roſt eine ſehr thätige Aufſicht und ein zahlreiches Perſonal zur Bedienung, und das Spiel der Thüren für die Speiſung der Röſte muß ſich der progreſſiven und beſtändigen Erhebung der Temperatur widerſetzen.

Bei dem in Rede ſtehenden Ofen geſchieht das Einſetzen der Kapſeln ohne Beobachtung beſonderer Vorſichtsmaßregeln, denn es exiſtirt in dem Arbeitsraum keine Störung der Flamme, welche den Kapſelſäulen nachtheilig ſein und fremde Körper in die Kapſeln befördern könnte.

Was nun den großen Ofen insbeſondere betrifft, ſo erſieht man aus den Zeichnungen, daß die Flamme in den ſenkrechten hohlen Säulen b′ erhalten wird; dieſe Säulen aber, welche eben ſo viele Wärmeheerde darſtellen, ſind ſo eingerichtet, daß ſie ihre Wirkung in der zweiten Reihe der Kapſeln hervorbringen, indem die erſte durch Kapſeln von großen Dimenſionen eingenommen iſt, die einen Theil der Hitze, welche ſonſt der Mauer mitgetheilt worden wäre, abſorbiren und für ſich verwenden.

Die hohlen Säulen b′, welche aus übereinander ſtehenden Kreiſen beſtehen, werden beim Ausnehmen nicht auseinander genommen. Bei dieſem großen Ofen liegt die Thür zum Einſetzen über den Feuerungen und ihre Schwelle im Niveau des obern Theiles von dem Banquette u.

Die Kapſeln endlich brauchen nur zwei Drittel oder die Hälfte der Stärke von denen, welche man beim Holzbrand verwendet.

Die Dauer des Feuers wechſelt zwiſchen 32 und 40 Stunden, je nach den Dimenſionen des Ofens; die Menge des Brennmaterials beträgt etwa 4 Tonnen für den kleinen, und 8 bis 10 Tonnen für den großen Ofen.

Zählt man die Vortheile des vorbeſchriebenen Syſtems zuſammen, ſo beſtehen ſie in Folgendem:

1. Eine bedeutende Erſparniß an Brennmaterial, beſonders für die Fabriken in der Nähe von Steinkohlengruben.

2. Eine Erſparniß von wenigſtens einem Drittel des Arbeitslohnes während des Brandes und beſonders beim Einſetzen und Ausnehmen.

3. Eine ſehr große Oekonomie in der Erhaltung der Kapſeln, denn der Erbauer dieſer Oefen hat Brände gehabt, wo nicht mehr als eine einzige Kapſel unbrauchbar geworden war; es iſt hiermit noch der Vortheil verbunden, daß dadurch eine Verbeſſerung der Fabrikate erzielt wird, da die Mängel an denſelben nicht vorkommen, welche durch das Brechen der Kapſeln entſtehen.

4. Eine merkwürdige Regelmäßigkeit der gewonnenen Reſultate, weßhalb der Brand auch weniger geübten Händen anvertraut werden kann; auch findet bei dieſem Syſtem kein beſchwerliches Herausziehen von Kohlen und Aſche, ſo wie keine Reinigung des Roſtes ſtatt.

5. Das erzeugte Porzellan erhält eine beſtändige Weiße und Durchſichtigkeit, und ſeine Glaſur wird eine ganz vollkommene.

I. Verkohkungsofen mit Abtheilungen und ohne Luftzutritt von Appolt.

Die zunehmende Entwickelung des Eiſenbahn- und des Hüttenbetriebes veranlaßt einen ſo bedeutenden Kohksverbrauch, daß die jetzige Produkzion dieſes Materials in allen Steinkohlenbecken unzureichend iſt, obgleich in der Kohksfabrikazion die lebhafteſte Thätigkeit herrſcht. Ueberall ſucht man daher die ältern Proceſſe zu verbeſſern und durch ſolche zu erſetzen, welche die großen und ſehr nachtheiligen Verluſte jener vermeiden und ein

Digitized by Google

höheres Ausbringen gewähren. Mit keinem der bis jetzt bekannten Verkohkungsöfen ist es gelungen, die Verkohkung bloß durch die Verbrennung der sich entwickelnden Gase zu bewirken, ohne welche Bedingung das höchste Kohksausbringen nicht verlangt werden kann. Auch lassen im Allgemeinen alle diese Oefen in die zu verkohkende Masse eine größere oder geringere Menge atmosphärischer Luft eindringen, welche eine nicht unbedeutende Kohlenstoffmenge verzehrt. Aus den ältesten, den sogenannten Meiler- oder Backöfen entwichen die Gase ohne den geringsten Nutzeffekt und gingen gänzlich verloren; bei den Oefen neuer Konstruktion hat man sie immer mehr zu benutzen gesucht; es blieb aber stets noch eine Einrichtung zu erfinden übrig, durch die man den Zweck vollständig zu erreichen im Stande ist.

Die Gebrüder Appolt erbauten nach zahlreichen Versuchen einen ersten Ofen in größeren Verhältnissen auf ihrem Etablissement zu St. Avold im franz. Moseldepartement; in demselben wurden mit Steinkohlen aller Art sehr viele Versuche angestellt und diese gaben so gute Resultate, daß die Richtigkeit der Grundsätze, nach denen der Ofen konstruirt worden, hinreichend erwiesen war, worauf sie sich entschlossen zu Sulzbach, im ergiebigsten Theil des saarbrücker Steinkohlenbeckens, einen noch größern Ofen zu erbauen. Dieser Ofen, welcher schon seit längerer Zeit im Betriebe steht, scheint allen Anforderungen vollkommen zu entsprechen, indem er folgende Vortheile darbietet:

1. Er gibt, ohne die Qualität des Kohks zu beeinträchtigen, das höchste Ausbringen an solchem, weil die Verkohkung der Steinkohlen in geschlossenem Raume ohne das geringste Einströmen von atmosphärischer Luft in die zu verkohkende Masse bewirkt wird.

2. Seine Konstruktion, ohne kostbarer als die der bekannten verbesserten Oefen zu sein, ist doch weit dauerhafter.

3. Wegen seiner großen Produktivität, welche ihn in Stand setzt 15000 Kilogr. in 24 Stunden zu verkohken, nimmt dieser Ofen weit weniger Platz ein als alle andern Verkohkungsöfen ohne Ausnahme.

4. Er läßt sich mit der größten Leichtigkeit füllen und entleeren, und gewährt daher eine bedeutende Ersparung an Arbeitslöhnen.

5. Da seine Gase mit einer hohen Temperatur ausströmen, so können sie leicht zur Feuerung von Dampfkesseln oder zu andern Zwecken benutzt werden. Bei wasserstoffreichen Kohlen kann man einen Theil des Ammoniaks und des Theers, die sich daraus entwickeln, sammeln.

Um das höchste Ausbringen zu erzielen, haben sich die Erfinder an folgende Principien gehalten:

1. Die Kohlenmasse in kleinere Portionen abzutheilen als es in den gewöhnlichen Oefen geschieht.

2. Eine große Erhitzungsoberfläche im Innern des Ofens herzustellen, um eine schnelle Erwärmung der Kohlen zu erreichen.

3. Diese große Erhitzungsoberfläche durch im Ofen angebrachte senkrechte doppelte und in ihrem Innern leere Räume enthaltende Scheidewände zu erlangen, damit die entweichenden Gase im Innern dieser Räume verbrennen und frei cirkuliren können.

4. Die Gase am untern Theile der Ofenabtheilungen ausströmen zu lassen, damit sie in Folge ihres natürlichen Bestrebens in die Höhe zu steigen, sämmtliche Theile des Ofens gleichmäßig erhitzen.

5. Die Außenfläche des Ofens bezüglich der in einer gegebenen Zeit zu verkohkenden Masse zu verkleinern und die zum Füllen und Entladen dienenden Thüren wirksamer gegen Wärmeverluste zu verwahren.

Die übrigen Vortheile des Ofens ergeben sich aus seiner Konstruktion, die wir nun beschreiben wollen.

Fig. 4 (Seite 249) ist ein senkrechter Querdurchschnitt des Ofens und Fig. 5 ein horizontaler Durchschnitt nach der Linie 1—2 in Fig. 4. Diese Figuren sind in $^1/_{100}$ wirklicher Größe gezeichnet. Der Ofen besteht im Wesentlichen aus einem prismatischen Raum mit länglich viereckiger Basis, der äußerlich mit Mauerwerk umgeben und im Innern in zwölf gleiche Abtheilungen a getheilt ist, welche ebenfalls die Form länglich viereckiger Prismen von bedeutender Höhe im Verhältniß zu den beiden anderen Dimensionen haben. Diese Abtheilungen, deren 0m16 starke Wände von feuerfesten Ziegelsteinen durch leere Räume b voneinander getrennt sind, sind in 2 Reihen zu sechs angebracht. Rings um alle diese Abtheilungen befindet sich ein Mantel c, welcher ebenfalls aus feuerfesten Ziegelsteinen besteht und der auch von den benachbarten Abtheilungen durch ähnliche leere Räume getrennt ist. Alle diese Abtheilungen sind untereinander mit dem Mantel durch feuerfeste Bindesteine d verbunden, um den Wänden eine größere Stabilität zu verleihen. Sämmt-

Digitized by Google

ſiche leere Räume ſtehen in freier Verbindung miteinander. Die Abtheilungen haben zwei luftdicht verſchließbare Oeffnungen, von denen ſich die eine oben und die andere unten befindet; jene dient zum Einfüllen der Steinkohlen, dieſe zum Entladen des Kohks. Am untern Theile der Seitenwände ſind an den Fugen der Ziegelſteine Spalten e von 0m·02 Breite und 0m·055 Höhe gelaſſen, und zwar in hinreichender Anzahl, um den aus den Steinkohlen ſich entwickelten Gaſen Abfluß zu verſchaffen, ſobald die Wände eine hinreichend hohe Temperatur erreicht haben. Wenn dieſe Gaſe durch die Spalten in die leeren Räume gelangen, ſo werden ſie mittelſt der atmoſphäriſchen Luft verbrannt, welche durch quadratiſche Löcher f von 0m·10 Seite einſtrömt; dieſe Löcher befinden ſich am Fuß der Seitenwände des Ofens. Durch die Verbrennung der Gaſe entwickelt ſich an den Wänden der Abtheilungen eine ſehr intenſive Wärme, welche auf eine große Heizoberfläche wirkt und daher in dem Zeitraume von 24 Stunden die vollſtändige Verkohkung der ganzen Steinkohlencharge bewirkt.

Wenn die Gaſe verbrannt ſind und in den leeren Räumen ihre Wirkung gethan haben, ſo werden ſie in Kanäle angeſaugt, welche in den langen Seiten der äußern Ofenwände angebracht ſind. Auf jeder Seite gehen drei Kanäle g vom untern Theile der leeren Räume aus, und drei andere h von deren oberem Theile, alſo im Ganzen zwölf Kanäle. Ihre unteren Theile ſind horizontal und gehen durch den Mantel, um die Anſaugung in ſämmtliche leere Räume zu bewirken. Die folgenden Theile dieſer Kanäle ſind ſenkrecht, und jeder iſt mit einem Regiſter R verſehen, um den Zug zweckmäßig reguliren zu können. Die drei von unten aufwärts gehenden Kanäle münden in einem und demſelben horizontalen Kanal i aus, während die drei andern, von oben ausgehenden, in einem zweiten ebenfalls horizontalen Kanal j ausmünden, der neben dem erſteren liegt, aber mittelſt einer Wand aus feuerfeſten Ziegelſteinen von ihm getrennt iſt. Erſt 1 Meter über ihrer Sohle vereinigen ſich beide horizontale Kanäle in einer Zugeſſe k, die ſich noch 4 Meter über dieſem Vereinigungspunkt erhebt und deren drei obere Meter aus gewöhnlichen Ziegelſteinen beſtehen. Fig. 4 zeigt den ſenkrechten Durchſchnitt zweier nebeneinander liegenden Abtheilungen der beiden Reihen, nach der größten Achſe ihrer Baſis. Ihr oberer Theil iſt nach und nach in dieſer Richtung dadurch verengt, daß der obere Ziegelſtein über den untern greift, ſo daß oben nur eine Oeffnung von 0m·35 im Quadrat bleibt. Dieſe Oeffnung wird luftdicht mit einem gußeiſernen Deckel verſchloſſen, der unten mit feuerfeſten Ziegelſteinen bekleidet und in der Mitte mit einer gußeiſernen Röhre verſehen iſt, mittelſt deren man einen Theil der Steinkohlengaſe auffangen und ableiten kann. Unter den unterſten vortretenden Ziegelſteinen, welche die Kuppel bilden, erweitern ſich die Abtheilungen nach unten zu etwas, um den Niedergang des gaaren Kohkskuchens zu erleichtern. Der obere Theil der leeren Räume iſt durch Lagen feuerfeſter Ziegelſteine verſchloſſen, über denen mit Cinders gefüllte Räume vorhanden ſind, die den Zweck haben, den Wärmeverluſt zu vermindern und dem obern Theil des Ofens eine gewiſſe Elaſticität zu ertheilen. Zum leichtern Ablaufen des Regenwaſſers und zum Schutz des obern Theils des Ofens iſt derſelbe in ſeinem mittleren Theil mit gußeiſernen, etwa 1 Centimeter dicken Platten bedeckt. Ueber jede Reihe von Abtheilungen iſt ein leichter Schienenweg geführt, auf dem die Wagen laufen, welche die Charge einer Abtheilung, d. h. 1250 Kilogr. auf einmal herbeiführen. Dieſe Förderwagen haben blecherne Kaſten, die oben prismatiſch, unten aber abgeſtumpft pyramidal oder trichterförmig ſind; ihr Boden beſteht aus zwei Klappen, die ſich nach außen zu öffnen, was mittelſt eines einfachen Mechanismus bewirkt wird, der die Charge ſchnell fallen läßt.

Die Mauern der Ofenabtheilungen ruhen mit ihrem Fuß auf gußeiſernen, 0m·03 dicken Rahmen, an denen die gußeiſernen Thüren angebracht ſind; letztere öffnen ſich nach unten und dienen zum Verſchluß der untern Seite der Abtheilungen. Dieſe Thüren oder bewegliche Böden von 0m·017 Dicke ſind mittelſt dreier ſtarken eiſernen Bänder feſt mit einem Scharnier verbunden, welches ſich um zwei an dem gußeiſernen Rahmen befeſtigte Angeln mit der ganzen Thür dreht. Eine eiſerne Stange, die ſich um einen Nagel in der Mitte des beweglichen Bodens dreht und auf zwei Leiſten von 0m·02 Dicke, welche die untere Kante der kurzen Seiten der Thür verſtärken, gleitet, tritt mit ihren beiden Enden in Anwürfe oder Bügel, die an dem gußeiſernen Rahmen angebracht worden ſind. Mittelſt dieſer Stange kann man die Thür leicht verſchließen und öffnen. Das Ende des Scharniers auf der langen Seite des Ofens endigt in einen quadratiſchen Theil, über welchen

Digitized by Google

ein eiserner Schlüssel paßt, der einem Klavier-Stimmhammer ähnlich iſt und über das äußere Gemäuer des Ofens um etwa 0m·34 hervorſteht. Mittelſt eines Hebels, an deſſen Ende eine Kette hängt, die mit zwei oder drei Griffen verſehen iſt, können die Arbeiter durch Hülfe des Schlüſſels die Thür bewegen und ſie ſogar aufhalten, wenn die Kohkslaſt auf ihr liegt. Gußeiſerne Röhren von 0m·01 Stärke und 0m·11 innerm Durchmeſſer ſind in das äußere Ofengemäuer eingelaſſen, um dieſe Schlüſſel nach dem Angriff des Scharniers zu führen. Um einen gehörig luftdichten Verſchluß der beweglichen Böden zu erlangen und dieſe gegen die große Hitze zu ſchützen, welche im Innern der Abtheilungen koncentrirt iſt, ferner Wärmeverluſt zu vermeiden, wirft man auf dieſe beweglichen Böden vorerſt eine 0m·33 ſtarke Cinderſchicht und auf dieſe wird erſt die Kohlencharge geſtürzt. Aus letzterm Grunde wird auch der untere Theil der leeren Räume bis zu einer Höhe von 0m·22 über der Ebene der Sohle mit Mauerwerk ausgeſetzt. In dem Mauerwerk des Fundaments des Ofens, von einer feiner kurzen Seiten zur andern, ſind zwei Gänge vorgerichtet, deren Gewölbe die nöthige Oeffnung unter jeder Abtheilung laſſen, um die beweglichen Böden öffnen oder verſchließen und die Kohksmaſſe entleeren zu können. Auf der Sohle dieſer Gänge ſind Eiſenbahnen vorgerichtet, auf denen die Entladungswagen laufen; für jede Reihe von Abtheilungen dient ein ſolcher Wagen. Auf den Gewölbgurten zwiſchen zwei Oeffnungen ruhen die gußeiſernen Rahmen, welche die Mauern der Abtheilungen tragen. Die Kanten dieſer Gurten ſind durch gußeiſerne, 0m·01 ſtarke und nach beiden Richtungen 0m·07 breite Bogen geſichert. Damit die Kohks, wenn ſie nach dem Oeffnen der beweglichen Böden in den Entleerungswagen fallen, nicht in kleine Stücke zerbrechen, wurden unter den Widerlagen dieſer Gewölbegurten geneigte gußeiſerne Platten n angebracht. Zwei andere kleine Gänge, welche die erwähnten rechtwinkelig durchſchneiden und in gleicher Ebene mit denſelben liegen, gehen durch das ganze Ofengemäuer und dienen zur Erleichterung der Entleerung der Ofenabtheilungen. Von der Ebene der beweglichen Böden aus bis zum obern Theil des Ofens haben die Seitenmauern desſelben eine geringe Neigung. Wie man ſieht, ſind ſie nicht mit dem Mantel, welcher die Verkohkungsräume umſchließt, verbunden, vielmehr von demſelben durch eine Cinderſchicht von 0m·08 Dicke getrennt, welche wegen ihrer geringen Leitungsfähigkeit den Wärmeverluſt vermindert. An den langen Ofenwänden ſind außerhalb hölzerne, in den Figuren nicht dargeſtellte Gerüſte angebracht, um zu den Regiſtern und zu den Zug- und Schauluchern gelangen und den Gang der Verbrennung der Gaſe beobachten zu können. Die Löcher, durch welche dies geſchieht, können nach Belieben geöffnet oder verſchloſſen werden, je nachdem man die Wärmeentwickelung an gewiſſen Punkten befördern oder verzögern will. Man kann auch durch dieſe kleinen Oeffnungen die Temperatur in den verſchiedenen Theilen der leeren Räume mittelſt ſchmelzbarer Legirungen beſtimmen. Endlich ſind auch in dem äußern Ofengemäuer Oeffnungen o angebracht, durch welche man den Boden der leeren Räume und der Kanäle reinigen kann.

Der Wagen zum Entladen und zum Abkühlen der Kohks beſteht aus ſtarkem Blech. Er hat die Form eines länglich viereckigen Prismas von 2m·50 Länge auf 1m·05 Höhe und Breite. Sein rahmförmiger Inhalt iſt daher etwas größer als das Produkt einer Abtheilung. Am untern Theil des Wagenkopfes befindet ſich eine Thür, welche ⅓ der Höhe einnimmt und ſich nach außen öffnet, indem ſie ſich um ein horizontales Scharnier dreht. Die Wände ſind mittelſt gebogener Bänder miteinander verbunden und dieſelben im Innern mittelſt Nieten befeſtigt. Damit aber die große Hitze der aus dem Ofen fallenden Kohks den Wagen nicht erweicht und aus ſeiner Form bringt, iſt es rathſam, auch an den Seitenwänden eiſerne Bänder anzubringen und zwar ſo, daß die vier oberen Kanten nach außerhalb zu gebogene Kanten bilden. Die Achſe der Vorderräder liegt 0m·10 von der Mitte des Wagens entfernt, ſo daß man ihn leicht auf eine geneigte Ebene, welche die Kohks aufnimmt, umſtürzen kann. Dies geſchieht mittelſt zweier hölzernen Hebel, die man durch Bügel an dem hintern Ende der langen Seiten des Wagens ſteckt.

Was nun die Abkühlung der entladenen Kohks betrifft, ſo kann man dazu ein zweifaches Verfahren anwenden, je nachdem das Produkt ſeinen Silberglanz und ein ſchönes äußeres Anſehen behalten ſoll oder nicht. Im letztern Fall ſtürzt man den Wagen ſogleich auf der geneigten Ebene aus und löſcht die zuvor hinreichend ausgebreiteten Kohks nöthigenfalls mit Waſſer ab. Im andern Fall werden die Kohks bis zu einem gewiſſen Grade im Wagen ſelbſt abge-

Digitized by Google

kühlt, wobei man die atmoſphäriſche Luft entweder durch feuchte Cinders oder Löſche, womit man den Wagen zudeckt, oder durch einen blechernen kaſtenförmigen Deckel von 0=20 bis 0=25 Höhe, der eine Waſſerſchicht enthält, abhalten muß. Die zwiſchen dem Wagenrande und dieſem Deckel bleibenden Fugen werden entweder mit Lehm luftdicht verſtrichen, oder es hat der Wagenkaſten oben rinnenförmige Ränder, in die man Waſſer gießt, und in welche die Ränder des Deckels treten. Durch Benetzen der Wagenwände wird die Abkühlung noch beſchleunigt. Nach Verlauf von drei Stunden ſind die Kohks hinreichend abgekühlt, um ſie ohne Nachtheil auf der geneigten Ebene ausſtürzen zu können. Bei dieſer langſamen Abkühlung ſind aber zwei Wagen ſtatt einem erforderlich.

Das Anfeuern und der Betrieb der Verkohkungsöfen. — Wenn der Ofen neu erbaut iſt, muß man ihn etwa vierzehn Tage abtrocknen laſſen, was durch Unterhaltung eines mäßigen Feuers im Innern der Abtheilungen und der verſchiedenen Kanäle bewirkt wird. Zum eigentlichen Anfeuern ſind 48 bis 72 Stunden, alſo 2 bis 3 Tage erforderlich. Man beginnt damit, zwei Stangen mit doppelter Krümmung an ihren Enden, quer mit den langen Seiten jeder Abtheilung und möglichſt nahe an deren kurze Seiten zu legen. Das eine Ende einer jeden der beiden Stangen liegt oben auf der offenen Thür und das andere in einem gegenüber in der Mauer unter dem gußeiſernen Rahmen vorhandenen Loch. Auf dieſen beiden Stangen richtet man einen Roſt vor, deſſen Stäbe bloß auf ein Geſtell gelegt werden, und deſſen obere Ebene etwas über dem gußeiſernen Rahmen (auf welchem die Mauern der Ofenabtheilungen ruhen) hervorſteht. Darauf wirft man durch die obere Oeffnung Späne oder Stroh und darüber her Holz, und nachdem alle Abtheilungen ſo vorgerichtet worden ſind, zündet man dieſe Materialien ſämmtlich an. Sobald das Feuer mit hinreichender Lebhaftigkeit brennt, wirft man nach und nach Steinkohlen darauf. Die Abtheilungen wirken alsdann wie Zugeſſen, aber die Wände erhitzen ſich bald und man kann die oberen Oeffnungen luftdicht verſchließen; wenn man dann die Regiſter und die Schau- und Zugöffnungen zweckmäßig regulirt, wirken die Eſſen hinreichend durch ſich ſelbſt. Von Zeit zu Zeit wirft man Steinkohlen in die Abtheilungen, und das Innere des Ofens erwärmt ſich ſchnell genug durch die Verbrennung der durch die Spalten dringenden Gaſe. Wenn die Wände ſo ſtark erhitzt worden ſind, daß ſich die Gaſe aus den Steinkohlen entwickeln und in den leeren Räumen verbrennen können (was man durch die Schaulöcher leicht bemerkt), ſo nimmt man den Roſt aus der erſten Abtheilung heraus, verſchließt die Thür am Boden auf oben angegebene Weiſe, ſtürzt Cinders und dann die ganze Charge von 1250 Kilogr Steinkohlen darauf, worauf man die obere Oeffnung luftdicht durch Auflegen des Deckels und Verſchmieren verſchließt. Zwei Stunden darauf führt man dieſelbe Arbeit mit der zweiten Abtheilung aus u. ſ. f., bis nach Verlauf von 24 Stunden die zwölf Abtheilungen beladen ſind. Nach 24 Stunden, wo die Verkohkung in der erſten Abtheilung beendigt iſt, ſchreitet man zu deren Entleerung. Zu dem Ende ſtecken zwei Arbeiter den Oeffnungsſchlüſſel ein und drücken mittelſt eines Hebels auf denſelben. Währenddem dreht ein anderer Arbeiter den Schlußſtab unter der Thür mittelſt eines Hammers der Art, daß er dieſelbe nicht mehr verſchloſſen hält. Man führt den Wagen, der die Charge aufnimmt, unter die Abtheilung, und auf ein gegebenes Zeichen laſſen die erſten beiden Arbeiter den Hebel fahren, daher ſich die Thür öffnet und die Cinders auf den Boden des Wagens fallen, während die niedergehende Kohksmaſſe an den Platten nn (Fig. 4) hängen bleibt. Man ſtößt nun mit eiſernen Brechſtangen gegen die Maſſe und löſt Stücke ab, die, ohne zu zerbrechen, auf die Cinders fallen. Dieſe Arbeit wird ſehr raſch ausgeführt. Die in den Wagen gefallenen Kohks werden mittelſt eines Hakens gleich gezogen, der beladene Wagen wird weggefahren und auf die erwähnte Weiſe entweder ſogleich ausgeſtürzt oder es werden die Kohks in demſelben abgekühlt. Die Fallthür der erſten Abtheilung wird dann wieder verſchloſſen und es werden wieder Cinders und dann Kohlen chargirt. Zwei Stunden darauf wird die zweite Abtheilung auf gleiche Weiſe entleert u. ſ. w.

Die mit dem ſulzbacher Ofen erlangten Betriebsreſultate. — Man beſetzte den Ofen meiſtentheils mit Kohlen von der Grube Sulzbach-Altenwald, die entweder aus Förderkohlen beſtanden oder vorher ausbereitet worden waren. Dieſe ſulzbacher Kohlen gaben in den älteren Oefen nur 55 Proc. und in den verbeſſerten 60—62 Proc., während der hier beſchriebene Appolt'ſche Ofen regelmäßig 67 bis 68 Proc. lieferte. Kohlen von St. Ingbert aus dem pfalzbayer'ſchen

Digitized by Google

Theil des saarbrückner Kohlenbassins gaben 68 Proc. Kohks. Steinkohlen aus andern Bezirken, in geringer aber hinlänglicher Menge verkohkt, um ein Urtheil über die Resultate fällen zu können, ergaben folgendes Ausbringen an trefflichen Kohks: Fettkohlen von Charleroi und Lüttich 80—82 Proc., Steinkohlen aus dem Ruhrbecken 77—78 Proc., englische Kohlen 73,6, Steinkohlen von St. Etienne im südlichen Frankreich 77,6.

Wenn man $^3/_4$ magere Kohlen aus Belgien mit $^1/_4$ Fettkohlen verkohkte, so erhielt man noch sehr genügende Resultate, denn die erzeugten Kohks waren noch sehr fest.

XI. Ofen zur Verbesserung in der Fabrikazion des Eisens.

Hr. Henry Smith in Havre unterwirft das Eisenerz (das der ersten Qualität ist vorzuziehen) einem besondern Verfahren der Desoxydazion, welches darin besteht, daß er das Erz bis zur Rothglühhitze in Berührung mit Kohlenstoff bringt, und ist es auf diese Weise metallisirt, so wird es einem Schmelzverfahren unterworfen, wodurch die erdigen Theile abstießen und sich wie die Schlacke davon trennen, ganz auf die Weise wie es schon seit langer Zeit in mehreren Theilen von Deutschland zu dem Zwecke üblich ist, um aus der bessern Eisenforte Stahl zuzubereiten. Fig. 13 (Seite 247) ist der senkrechte Längenschnitt eines Ofens, welcher so eingerichtet ist, daß er den ersten Theil des Verfahrens erfüllt, durch welches das Eisenerz durch Kohlenstoff zu einem metallischen Körper verwandelt wird, obgleich es natürlich noch mechanisch mit der erdigen Substanz gemischt ist, mit welcher das Eisenerz ursprünglich verbunden ist. Fig. 14 ist der horizontale Durchschnitt und Fig. 15 der Querschnitt dieses Ofens. Dieselben Buchstaben bezeichnen in den verschiedenen Figuren gleiche Theile; A ist ein Kohksofen, welcher innerhalb durch feuerfeste Ziegel in Fächer abgetheilt ist; B ist die Thür zum Eintragen der Kohle und zum Herausnehmen der Kohks, wenn es nothwendig ist; C sind vier Röhren zum Ausströmen der Flamme unter dem Boden der Desoxydazionskammer E. Die Flamme und die Gase, welche von der Kohle aus dem Ofen A durch diese Röhren entweichen, erheben sich durch den Kanal D und strömen in die Desoxydazionskammer bis zur Röhre F, welche mit dem Schornstein in Verbindung steht. Die Röhren C sind durch drei Ziegelfächer von beiläufig 0=24 Höhe gebildet und tragen einen Boden von guten feuerfesten Dachziegeln wie aus den obigen Zeichnungen zu ersehen ist. G sind Oeffnungen oder Seitenthüren, durch welche das Eisenerz aufgegeben und wieder herausgenommen wird.

Um nun von diesem Ofen Gebrauch zu machen, heizt man den Raum A wie bei den Kohksöfen mit Holz- oder Kohlenfeuer, bis er roth wird, dann füllt man ihn je nach der Kapacität des Ofens mit etwa 2 bis 4 Tonnen Kohle, die zu diesem Zweck geeignet ist, und setzt Eisenerz hinzu, das man schichtenweise einsetzt, so daß Kohlenschichten mit Erzschichten abwechseln. Hierauf wird die Thür B mit Ziegeln zugemauert; man trägt aber Sorge dafür, daß ein Luftstrom für die Nahrung des Brennmaterials verbleibt. In diesem Zustande läßt man den Ofen, bis die Flamme und die bituminöse Masse gänzlich konsumirt und erschöpft sind; dann zieht man den entstandenen Kohk und das Erz heraus, und setzt wie früher eine neue Quantität Kohlen und Erz auf, während sich die erstern abkühlen. Das Erz wird nun sortirt und mit einer passenden Quantität Anthracit oder Holzkohle vermischt; ersteres ist vorzuziehen. Mit dieser Mischung wird die Kammer E durch die Thüren G angefüllt und 0=32 bis 0=40 über den Boden ausgebreitet. Die Thüren G werden hermetisch vermauert, und man beginnt von neuem dieselbe Operazion wie vorher und in derselben Zeit. Man gibt also gleichzeitig zwei Sätze Erz auf, den einen, um ihn einem Glüh- und Desoxydazionsverfahren in Berührung mit einer großen Quantität der in dem Ofen A brennenden Kohle zu unterwerfen, und zum Behuf einer vollständigeren Desoxydazion gibt man einen andern Satz Erz auf, welches vorher wie bei dem ersten Verfahren in Berührung mit der Anthracitkohle oder der Holzkohle behandelt oder geröstet worden ist. Nachdem das Erz E hinlängliche Zeit der Wirkung der Kohle ausgesetzt gewesen, wird es herausgenommen und es wird eine neue Charge eingeführt, welche auf dieselbe Art wie vorher behandelt worden ist.

Das desoxydirte Erz kann dann auf die gewöhnliche Art geschmolzen werden, z. B. in einem Flammenofen, in einem Holzkohlen- oder Anthracitfeuer, in einem Gebläse- oder Kupolofen, der vorn oder an der Seite versehen ist mit einer passenden Oeffnung zum Herausnehmen des Eisens in großen Stücken, nachdem durch die Schmelzung die Schlacke davon befreit worden und durch eine zu

Digitized by Google

diesem Behuf angebrachte Oeffnung vorher abgelassen ist. Das Eisen wird alsdann unschmelzbar und kann aus dem Feuer in einem einzigen Stück oder in Klumpen herausgenommen werden, um unter den großen Hammer zu kommen, oder man gibt ihm, zu einer festen Masse verbunden, die nöthige Form, um unter die Walze gebracht und zu Stangen verwandelt zu werden.

Diese Masse wird der Wirkung des Feuers nochmals in einem gewöhnlichen Ofen ausgesetzt, wo es hinreichend erhitzt wird, so daß es unter die Walze gebracht und zu Stangen oder Barren geformt werden kann. Dieses Eisen besitzt alsdann weiche und hämmerbare Eigenschaften und ist sehr zweckmäßig zu Anfertigung der Maschinen zu verwenden; auch kann es leicht zu Stahl verwandelt werden, um die fremden und theuern Eisensorten zu ersetzen, die aus fremden Ländern bezogen werden.

Die Größe des Ofens richtet sich nach den Erfordernissen, welche der Eigenthümer daran machen will; die folgenden Verhältnisse indessen wird man bequem finden, besonders wenn mehrere Oefen zusammen und aneinanderstoßend gebaut werden. In diesem Falle darf der Raum E nur an einer Seite Oeffnungen haben, und ein einziger Schornstein wird für mehrere Oefen angelegt. Die Kohlskammer A hat 2m·27 Länge auf 1m·75 Breite und 1m·63 Höhe von dem Boden bis zum Gewölbe. Die Kanäle C können 0m·16 bis 0m·24 Tiefe haben. Die äußern Wände des Ofens dürfen nicht schwächer als 0m·40 bis 0m·50 sein; auch müssen sie inwendig überall, wo sie in Berührung mit dem Feuer kommen, mit feuerfesten Ziegeln bekleidet werden.

Das Eigenthümliche der Konstrukzion des in Rede stehenden Ofens ist also die Anwendung des Desoxydazionsofens zur Fabrikazion des weichen oder hämmerbaren Eisens aus den verschiedenen Erzen, wie sie oben angeführt worden.

III. Mechanische Zubereitung der metallischen Oxyde und ihre Behandlung in einem Ofen von eigenthümlicher Konstrukzion.

Die mechanische Zubereitung wird auf folgende Weise bewirkt:

1. Es wird das Pochen des Erzes, seiner Zuschläge und seiner mit Kohlen- und Wasserstoff verbundenen Reduzionsmittel besorgt.

2. Man macht die Mischung nach den zweckmäßigsten Verhältnissen.

3. Man formt daraus Ziegel für die Zusammensetzung der Gichten.

4. Die so zubereiteten Materialien werden oben durch die Gichtöffnung aufgegeben, um ununterbrochen durch die Reduktionsesse B (Fig. 2 Seite 247) entweder nebst ihrem ganzen Brennmaterial oder mit einem Theil desselben hinabzufallen, wenn man den andern Theil im untern Apparat besonders beschickt, wie wir sehen werden.

Der Apparat besteht aus einem geschlossenen Tiegel oder einem offenen Heerd A, je nachdem die Arbeitsthür M offen oder geschlossen ist; darüber erheben sich zwei koncentrische Essen, nämlich die innere Reduktionsesse B und die äußere Esse C C für das Abziehen der aus dem Tiegel oder dem Heerd kommenden Gase; auch muß dieselbe den innern Schornstein erwärmen.

Der Tiegel oder der Heerd A ist so eingerichtet, daß die in demselben gebildeten Gase nicht in den innern Schornstein dringen, welchen wir die Reduktionsesse B genannt haben, sondern daß sie durch die Oeffnungen F F entweichen und in den äußern Schornstein C C gelangen können, um die Reduktionsesse äußerlich zu erwärmen. Ferner ist der Heerd vor den Luftkanälen weiter, so daß die reducirten zusammengebackene Stoffe, welche eine größere Dichtigkeit haben und senkrecht durch den Schornstein auf den Heerd fallen, so viel als möglich vor den Luftkanälen von dem Brennmaterial bedeckt werden, das sich alsdann zwischen jenen Kanälen und den heruntergefallenen bereits reducirten Materialien befindet, welche letztere dadurch vor der oxydirenden Wirkung der Luft beschützt werden.

Die Strömung der von dem Heerd entweichenden brennenden Gase, welche den innern Schornstein erwärmen, hat einen sehr starken Zug, und folglich kann der Ofen entweder mit einer Gebläsemaschine oder auch mit seinem eigenen natürlichen Zuge arbeiten.

Um die ganze Verbrennung der von dem Heerde aufsteigenden unvollständig verbrannten Gase so viel als möglich zu bewirken, hat man Oeffnungen N N über der Platte G,H angebracht, durch welche die zur möglich vollständigsten Verbrennung der Gase erforderliche Luft herbeigeführt wird. D D sind Oeffnungen, durch welche

Digitized by Google

man einen Theil des Brennmaterials aufgeben kann, welches zur Speisung des Heerdes erforderlich ist, wenn man es nicht ganz durch die Redukzionsesse hinabfallen lassen will.

In dem obern Theile des Apparats ist der obere Theil des Rohres so eingerichtet, daß die verbrannten Gase nach Belieben entweder die Gichten S, die sich in oo entleeren, erwärmen oder daß sie besonders zum Trocknen jener Materialien verwendet werden können, welche in dem Apparat behandelt werden sollen, oder endlich, daß sie durch die Oeffnungen h h der Esse T entweichen.

Der vorstehend beschriebene Apparat ist einem gewöhnlichen Schmelztiegel U (Fig. 12) ähnlich, denn die Operazion des Pochens und Mischens, welches in den Werkstätten im Kleinen vorgenommen wird, geschieht hier im Großen; auch wird die Redukzion in der Redukzionsesse durch Mittel bewirkt, welche nichts mit denen gemein haben, die eine reducirende Wirkung der Gase des Heerdes oder des Tiegels haben könnten, sondern bloß befördert durch die äußere Erwärmung, welche durch die Verbrennung der Gase erzeugt wird.

Die Vortheile des obigen Apparates bestehen also:

1. In der Präparazion der Erze, Schlacken und metallischen Oxyde durch ihre Zerkleinerung und Mischung mit den Zuschlägen und kohlen- und wasserstoffhaltigen reducirenden Agenzien, um dann in Form von Ziegeln u. s. w. agglomerirt zu werden. Dieses Präparazionsverfahren hat den Zweck die Oxyde mit dem wenigsten Aufwand an Brennmaterial und in der möglichst geringen Zeit zu reduciren.

2. In der Einrichtung des Apparats, daß sich die durch die Verbrennung in dem Heerde erzeugten Gase so frei machen, daß sie die zu behandelnden Materialien erhitzen, ohne sie zu durchdringen, indem dadurch die überflüssige Bildung der Wasserstoff- und Kohlenstoffgase, d. h. eine unnütze Konsumzion von Kohlenstoff wie auch Wasserstoff und der Verlust von Wärme, welcher die Folge ihrer Entwicklung ist, verhindert wird. Während also die Redukzionsesse äußerlich bis zu einer Temperatur erhitzt wird, welche mindestens derjenigen gleich ist, die man zur Redukzion der Oxyde durch die von dem Heerde und der Verbrennung der durch die Oeffnungen F F daraus entweichenden Gase nothwendig hat, so fallen die Erze, Schlacken u. s. w., welche derart präparirt sind, daß sie die Oxyde in Berührung mit mehr oder minder gekohltem Wasserstoff, und den Kohlenstoff in die für die Redukzion ökonomischsten und günstigsten Bedingungen bringen, fortwährend bis zum Heerde oder Tiegel hinab, und gehen in den metallischen Zustand über. Die Redukzionsesse, welche hier senkrecht ist, kann auch horizontal und in jede andere Richtung gelegt, auch von mehreren Essen anstatt von einer gebildet werden, vorausgesetzt, daß sie den principiellen Bedingungen dieses Apparats entsprechen, welche darin bestehen, die Operazion der Redukzion der Oxyde zu isoliren, indem man die Wärme und die Gase des Heerdes derart abziehen läßt, daß sie diese Esse nur äußerlich erhitzen, während die zu behandelnden Materialien fortwährend und nach Maßgabe der Oxyde in den Heerd oder Tiegel hinabfallen, wo sich die metallischen Partikeln mit oder ohne Schmelzung zusammen verbinden.

3. In der Einrichtung, daß man den Heerd direkt speisen kann, indem man auf denselben auch anderes Brennmaterial aufgibt als das ist, was in dem Rohre mit den zu behandelnden Materialien hinabfällt und mit diesen nicht gemengt ist.

4. In der Einrichtung des Apparats, die Verbrennung in dem Heerd mit einer Gebläsemaschine oder mit atmosphärischer Luft zu befördern.

5. Endlich in der Einrichtung über dem Heerd oder Tiegel nach ihrer Entweichung durch die Oeffnungen F F die Verbrennung der Gase, welche von dem Heerde entweichen, zu vollenden, damit sie vollständig verbrannt aus dem Apparat entweichen, indem man frische Luft durch N N oder D D eintreten läßt.

Digitized by Google

Fig. 46.

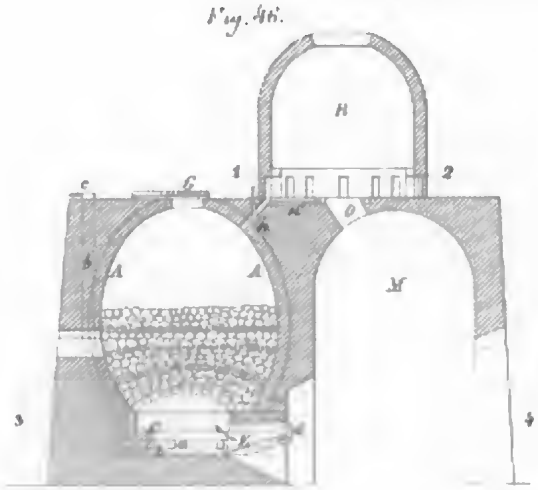


Fig. 50.

Fig. 51.

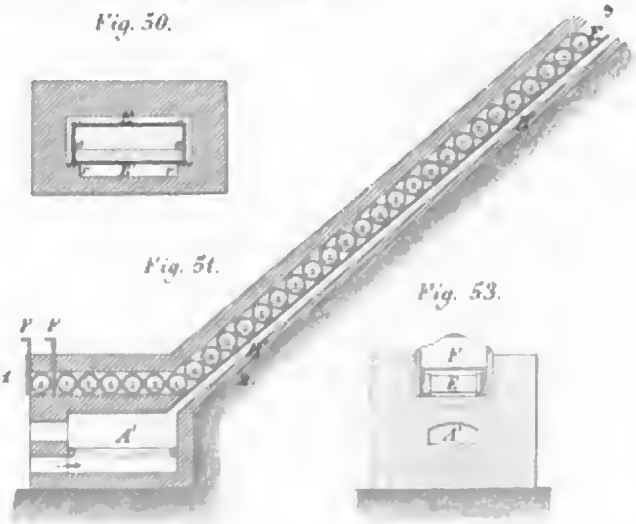


Fig. 53.

Fig. 48.

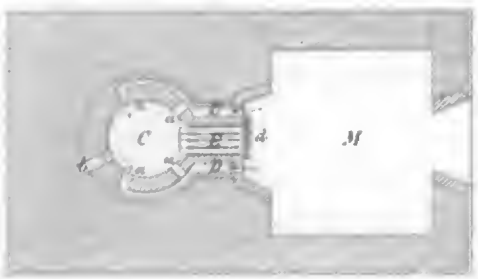


Fig. 52.

Fig. 49.

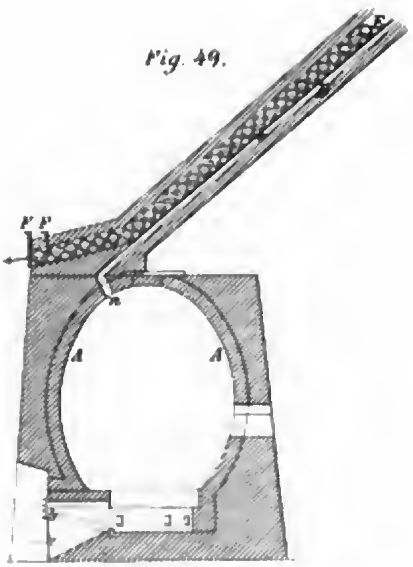
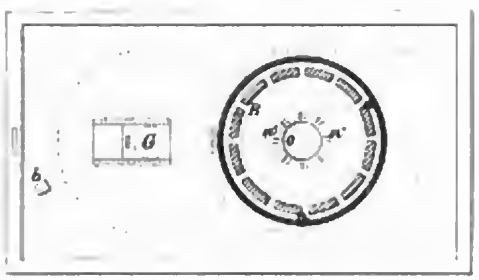


Fig. 47.



0 1 2 3 Meter

Digitized by Google

Fig. 54.

Ofen zum Brennen des Gipses.

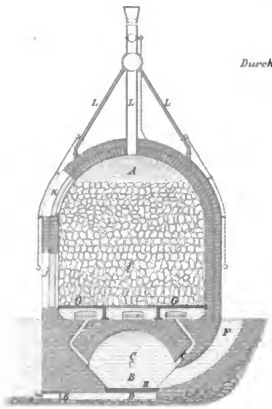


Fig. 58.

Durchschnitt nach A B in Fig. 57.

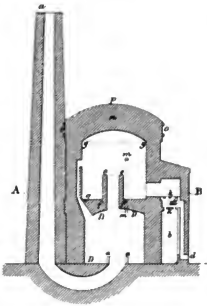


Fig. 59.

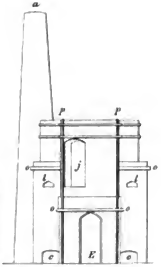
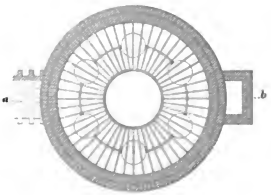


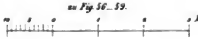
Fig. 57.

Fig. 56.

Fig. 55.



zu Fig. 56...59.



Allgem. Bauzeitung 1857.

Fig. 60.
Durchschnitt nach A B in Fig. 62.

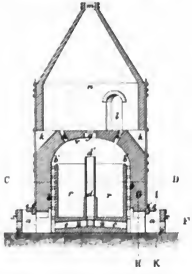


Fig. 66. Durchschnitt nach A B in Fig. 68

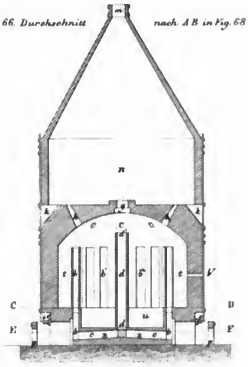


Fig. 65.
Ansicht der Feuerung

Fig. 68.
Durchschnitt nach E F in Fig. 66.

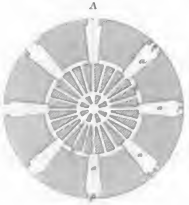


Fig. 61.
Durchschnitt nach C D in Fig. 60

Fig. 63.
Durchschnitt nach I K
in Fig. 60.

Fig. 67.
Durchschnitt nach C D in Fig. 66.

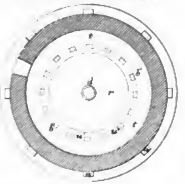


Fig. 62.
Durchschnitt nach E F in Fig. 60

Fig. 64.
Durchschnitt nach G H
in Fig. 60.

Digitized by Google

Fig 1. Aufriss

Fig 2.
Durchschnitt nach A B
in Fig 3.

Fig 13.

Fig 14

Fig 15.

Fig 6
Grundriss des Trichters

Fig 5
Durchschnitt nach E F

Fig 7
Durchschnitt nach C D

Fig 3
Durchschnitt nach G H

Fig 10 Fig 11 Fig 12
Standeisen

Fig 4
Durchschnitt nach M N

Fig 8 Fig 9
Standeisen

Digitized by Google

Ofen für industrielle Zwecke und zum häuslichen Gebrauch

Dumerys rauchverbrennende Feuerung.

Fig. 1.

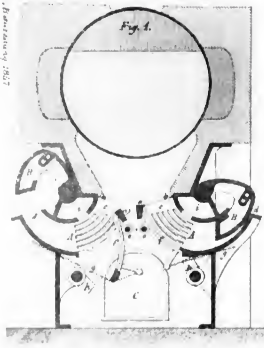


Fig 3

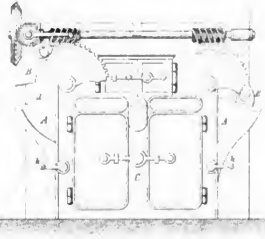


Fig. 2.

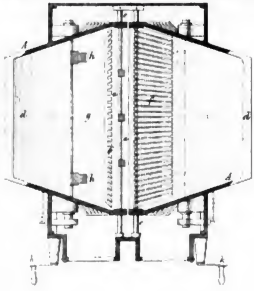


Fig 5

Maßstab

$\frac{1}{25}$ d. nat. Gr.

$\frac{1}{100}$ d. nat. Gr.

Digitized by Google

Auf Erfahrung gegründete Betrachtungen zur Nutzanwendung bei der Erbauung von metallenen, steinernen und hölzernen Brücken, Trägern, Entlastungsbogen, Dachstühlen,

überhaupt von allen Bautheilen, welche bedeutende Lasten zu tragen haben.

(Mit Zeichnungen am Schlusse dieser Abhandlung.)

Die Verbindungen steifer oder biegsamer Stücke, welche eine polygonale Gestalt annehmen, spielen eine sehr bedeutende Rolle in den Konstrukzionen. In den meisten Fällen, wo es sich darum handelt, die Wirkung der Kräfte, z. B. das Gewicht der Materialien, den Druck der Flüssigkeiten, der Erde u. s. w. zu neutralisiren, ereignet es sich, daß die Steifheit der Verbandstücke nicht mehr hinreichend und daß der Constructeur gezwungen ist, Verbindungen von steifen oder biegsamen Stäben anzuwenden, die nach einer polygonalen Figur geformt sind, welche bloß mit einigen ihrer Theile auf gegebenen Stützpunkten ruht. Die Gebinde der Dachstühle und die Bogenrippen hölzerner und metallener Brücken, die Ketten der Hängebrücken, die Hauptbalken so wie die Stürze der Fenster und Thüren in den Häusern, ferner Entlastungsbogen, armirte Balken, einige Wehre, mehrere Schützen industrieller Anlagen bieten uns zahlreiche Beispiele und oft glückliche Anwendungen der Regeln, die uns die Theorie der gegliederten Polygone angibt. Die Bestimmung der Form, welche für das Gleichgewicht eines belasteten Polygons anpassend ist, die Längen und die Neigungen der verschiedenen Seiten dieses Polygons, wie auch die drükkenden und ausdehnenden Kräfte, denen die verschiedenen Elemente unterworfen sind; dies sind die Probleme, welche der Constructeur aufzulösen hat, und dies sind auch die Gegenstände, mit denen wir uns hier beschäftigen wollen.

Wir haben uns bemüht bei allen nachstehenden Operazionen die primitiven Gegebenen des Problems, wie sie in der Praxis vorkommen, d. h. die Belastungen, die auf das Polygon wirken, die Längen oder die horizontalen Projekzionen der Seiten und die Indizien dieser Seiten oder die der Winkel des Polygons besonders hervorzuheben. Für die Behandlung dieser verschiedenen Gegenstände zogen wir es vor, das Problem direkt zu lösen, als es durch theoretische Betrachtungen zu entstellen; indem wir also die Anwendung theoretischer Regeln unberüksichtigt lassen, welche nur von den ersten Wahrheiten oft sehr entfernte Folgesätze sind, sollen unsere Beweisführungen klarer und besonders bestimmter sein. Wir glauben, daß eine Formel, unmittelbar aus einer unbestrittenen und nahe liegenden Wahrheit abgeleitet, dem Leser eher ein größeres Vertrauen einflößt, besonders, wenn die von ihr dargestellte Regel genauer ist und sich leichter auf die verschiedenen Fälle in der Praxis anwenden läßt. Aus denselben Gründen haben wir immer, wo es nothwendig war, analytische Methoden anzuwenden, die endlichen Differenzen der Berechnung mit unendlich kleinen Differenzen vorgezogen, weil sie sich für den Praktiker besser eignen. Wenn endlich die Resultate unserer Berechnungen uns für die Praxis zu komplizirt erschienen, so haben wir sie zu vereinfachen gesucht, und da diese Abhandlung nicht bloß für Ingenieure geschrieben, welche große Bauten entwerfen und leiten, sondern auch für minder ausgebildete Fachmänner, so haben wir von allen Auflösungen die einfachsten, klarsten und auf dem Bauplatze am leichtesten anzuwendenden gewählt; auch haben wir nach dem algebraischen Ausdruck die linearische Uebersezung desselben hinzugefügt, so daß jede Form ihre Formel und jede Formel ihre Form hat, die aber beide jedem Constructeur zugänglich und überall anwendbar sind.

Gleichgewichtsbedingungen der Seilpolygone, die mit irgend einem Gewicht belastet sind, das willkührlich auf ihre Länge vertheilt ist.

I. Allgemeine Betrachtungen.

Wirkungsart der Materialien in den Bauwerken. — 1. Um eine Last P, die über einem festen Punkt A (Fig. 1 am Schlusse dieser Abhandlung) liegt, zu unterstützen, stellt man zwischen diesem festen Punkt und der gegebenen Last eine steife Stange AB, welche die Wirkung der Last auf den festen Punkt überträgt.

2. Wenn dagegen die Last P′ unter dem festen Punkt A′ (Fig. 2) liegt, so hält man dieses Gewicht P′ vermittelst eines Seiles AB′, das in A′ befestigt ist.

Digitized by Google

3. Wenn in beiden obigen Fällen die beiden Gewichte, nämlich P = P' sind, so werden die Stange und das Seil von zwei unter sich gleichen Kräften, jedoch in entgegengesetzten Richtungen in Anspruch genommen. So wird (Fig. 1) die Stange AB zusammengedrückt, während das Seil A'B' (Fig. 2) ausgedehnt wird.

4. Wenn die zu unterstützenden Lasten in einem Zwischenraum AB (Fig. 3 und 4) liegen, wo man keinen Stützpunkt mehr annehmen kann, und welcher gleichzeitig zu bedeutend ist, als daß die Steifigkeit der hölzernen oder eisernen Träger genügen könnte, so überträgt man die Wirkung der gegebenen Lasten auf die festen Punkte A und B der Ufer entweder durch Streben AC, CB (Fig. 3) oder durch die Seile AC, CB (Fig. 4). In dem ersten Falle strebt die Last P die Widerlager voneinander zu entfernen, in dem zweiten Falle aber sie zu nähern.

5. Damit die von den geneigten steifen Trägern unterstützten Lasten nur nach der Länge derselben wirken, sei es, daß sie gedrückt oder daß sie ausgedehnt werden, ist es nothwendig, daß eben so viel Scheitelpunkte als zu tragende Lasten vorhanden sind, woraus hervorgeht, daß je zahlreicher die Lasten, je zahlreicher die Scheitel und folglich die Seiten des Polygons sind, und man erhält alsdann die in Fig. 5 und 6 dargestellten Formen.

6. Wenn endlich die Gewichte unendlich nahe liegen und nach einem gewissen Kontinuitätsgesetze vertheilt sind, so werden die Seiten des Polygons unendlich klein, ihre Zahl unendlich groß, und anstatt einer gebrochenen Linie erhält man eine Kurve, deren Krümmung in jedem Punkte durch die Vertheilung der Lasten, die der Bogen trägt, bestimmt wird. Je nachdem die Elemente der Kurve durch Kräfte in Anspruch genommen werden, welche die Molekülen einander zu nähern oder voneinander zu entfernen streben, wenden die Bogen ihre Konvexität nach oben oder nach unten (Fig. 7 u. 8).

Wenn die Bogen ACB, ACB (Fig. 7 und 8) dieselbe Länge und dieselbe Sehne haben, und wenn ferner die gleichen Gewichte auch ähnlich über die beiden Bogen vertheilt sind, so sind die Kurven symmetrisch und die Kräfte, welche auf ihre Elemente einwirken, haben entgegengesetzte Ausdruckszeichen.

7. Da eine Brücke nichts anderes ist als eine über einen gegebenen Raum gelegte Decke, welche von künstlichen Stützpunkten getragen wird, die aus schiefen Kräften hervorgehen, welche auf feste Punkte außerhalb des zu überdeckenden Raumes, wie Ufer- und Mittelpfeiler, rückwirken, so folgt daraus, daß die obigen Dispoſizionen, welche diese Bedingungen mit Hülfe der beiden Elementarwirkungen der Materialien erfüllen, die Konstrukzionsprincipe aller möglichen Brücken enthalten.

Elementarformen der Brücken. — 8. Die durch Fig. 3, 5, 7 und 4, 6, 8 dargestellten Dispoſizionen können allein nicht bei wichtigen Bauten angewendet werden, weil man mit ihnen in den meisten Fällen zwei nothwendige Bedingungen, die geringste Neigung und Spannung, nicht gleichzeitig erreichen kann, denn diese beiden Elemente verändern sich im umgekehrten Sinne gegeneinander. Auch hat bei wichtigen Bauten die Kurve oder das Polygon keinen andern Zweck als künstliche Stützpunkte den Trägern zu bieten, welche die Brückenbahn tragen, deren Form alsdann, da sie von der Krümmung unabhängig geworden, für den Verkehr auf die vortheilhafteste Art eingerichtet werden kann. Man erhält in diesem Falle die in Fig. 9—13 und 14—18 dargestellten Dispoſizionen.

9. Bei den Systemen der Fig. 4, 6, 8 ist die Brückenbahn mit den Scheiteln der Polygone oder mit den verschiedenen Punkten der Bogen mit Hülfe von Hängestangen verbunden, die, indem sie sich ausdehnen, auf polygonale oder gekrümmte Pieçen wirken, welche steif sein müſſen, und deren Molekülen dem Zerdrücken unterworfen sind. In Fig. 19 ist das ganze System, d. h. die Stützen, welche die Brückenbahn unmittelbar tragen, wie auch der Bogen oder das Polygon, worauf sie stehen, zusammendrückbar.

Die Fig. 20, 21, 13, 18, welche auch die Anwendung steifer und kompreſſibler Bogen darstellen, deuten die gleichzeitige Anwendung von Stützen und Hängestangen an.

10. In den Fig. 14, 15, 16 dagegen ruht die Brückenbahn vermittelst kompreſſibler Stützen auf dehnbaren Bogen oder Polygonen. Die Fig. 22 macht eine Ausnahme von dieser Regel und zeigt uns das Beispiel eines ausdehnbaren Bogens oder Polygons, woran mit Stangen, welche biegsam sein können, eine Brückenbahn gehängt ist.

In den Fig. 17 und 18 hängt die Brückenbahn an biegsamen und dehnbaren Bogen durch Stan-

Digitized by Google

gen und Stützen, welche durch Extension und Kompression wirken.

Zweck der Brücken. Rücksichten, welche bei der Ausarbeitung eines Entwurfs zu nehmen sind. — 11. Aus der einzigen Ursache allein, daß die Brücken für den Uebergang von Lasten bestimmt sind, deren Gewicht oft sehr bedeutend ist, sind sie weder in ihrer Form noch in den Dimensionen ihrer Konstrukzionstheile einer geringern Gleichgewichtsgrenze als die ist, welche dem Maximum der zu tragenden gleichförmig vertheilt angenommenen Last entspricht, fähig; sie müssen besonders im Stande sein, Kräften zu widerstehen, die oft sehr bedeutend sind und entweder durch die schnelle Bewegung der Lasten oder durch zufällige Anhäufung enormer Lasten auf einen einzigen Punkt erzeugt werden.

12. Hieraus entspringt denn die Nothwendigkeit, wenn man die Form bestimmt hat, welche der größten Last entspricht, die ein Bauwerk tragen muß, sich durch eine neue Reihe von Berechnungen sicher zu stellen, daß die Bewegungen und möglichen Erschütterungen zufälliger Lasten nicht unwiderbringlich, selbst nicht auf eine merkliche Art, die Form der ersten Kombinazionen verändern.

13. Wenn diese letztere Untersuchung ergäbe, daß ein oder mehrere Konstrukzionstheile zu schwach wären, so wäre es unumgänglich nothwendig, deren Widerstandsfähigkeit zu vermehren, indem man entweder ihren Querschnitt vergrößerte, oder sie mit einigen andern Hauptkonstrukzionstheilen mittelst anderer Piecen an Punkten verbände, wo diese neue Verbindungskraft nicht schädlich sein könnte.

14. In allen Fällen ist es begreiflich, von welcher Wichtigkeit es ist, alle Verbindungen unter sich solidarisch zu machen; eine Bedingung, welche sehr leicht zu erfüllen ist, wenn man die Konstrukzionstheile so anordnet, daß jede Veränderung mit der geometrischen Form des Systems unvereinbar wird.

15. Diese Bedingung, die bei allen Brücken von wesentlicher Bedeutung ist, deren Kurven mit ihrer Konvexität nach oben gerichtet sind, verliert etwas von ihrer Wichtigkeit bei den nach oben konkaven Kurven, wo sich das Gleichgewicht von selbst wiederherstellt, sobald die Ursache, welche es gestört, wieder verschwunden ist.

Klassifikazion der Brücken, basirt auf die Wirkung der Materialien, aus denen sie bestehen. — 16. Wenn man die Brücken nur in Bezug auf die statischen Wirkungen, denen sie ausgesetzt sind, betrachten würde, und man wollte sie nach der Beschaffenheit der Kräfte klassificiren, denen die Hauptkonstrukzionstheile unterworfen sind, auf denen die Brückenbahn ruht, so könnte man so viele Arten aufstellen als es Widerstandsfähigkeiten der Materialien gibt. Man hätte alsdann:

a) die kompressibeln Brücken (Fig. 19 und 20, 9, 10, 11, 12, 13), d. h. diejenigen, bei denen alle Piecen, aus denen der Hauptträger besteht, Kräften widerstehen müssen, welche die Molekülen gegeneinander zu drücken streben;

b) die dehnbaren Brücken (Fig. 22, 21 — 14, 15, 16, 17, 18) nämlich diejenigen, bei denen alle Stücke des Hauptkonstrukzionstheils Kräften unterworfen sind, welche die Molekülen auseinander zu reißen streben.

c) Die gemischten Brücken würden dann solche sein, wo der Hauptkonstrukzionstheil aus Piecen bestände, wovon die einen der Ausdehnung, die andern der Zusammendrückung ausgesetzt wären. Man hätte dann eine Art gemischter Brücken in zwei Klassen: die zusammendrückbar-dehnbaren Brücken und die dehnbar-zusammendrückbaren Brücken, wenn man in die erste Reihe die Funkzionen der Piece, welche die hauptsächlichste ist, und in zweite Linie die Piecen setzte, die nur eine untergeordnete Stellung einnehmen. Diese gemischte Art würde demnach alle die Brücken umfassen, welche in den Fig. 23 bis 26 dargestellt sind, und die wir hier nur als Beispiel von möglichen Kombinazionen primitiver Form geben, ohne um uns ihren relativen praktischen Werth zu kümmern.

17. Wie es leicht einzusehen, umfaßt diese gemischte Art stillschweigend die steifen Brücken, nämlich diejenigen, welche nur vertikale Kräfte auf die Widerlager ausüben; die Steifheit ist eine Art des Widerstandes, die aus zwei einfachen Widerstandsfähigkeiten besteht und einem und demselben Stück Beispiele von Molekülen bietet, welche dem Druck widerstehen, während andere im Gegentheil gegen die Ausdehnung wirken müssen.

18. Bei polygonalen oder gekrümmten Konstrukzionen, welche die Brückenbahn tragen, ist es bei Hinzutritt neuer Verbindungskräfte stets möglich die Wirkung der horizontalen Spannungskomponenten zu neu-

Digitized by Google

tralisiren, welche die Lasten erzeugen, die auf das System wirken. Wenn man in der That an den Punkten A und B (Fig. 11 und 16), wo die Bogen auf den Widerlagern ruhen, die Wirkung der horizontalen Spannungskomponenten zerstören wollte, entweder durch eine Korde A B (Fig. 11), welche durch Ausdehnung sich den Druckkräften des Bogens ACB entgegenstellte, oder durch einen steifen Balken AB (Fig. 16), der die Bestimmung hat, die Zugkraft des Bogens ACB aufzuheben, so würden von den äußern auf ein System angewendeten Kräften nur die senkrechten Komponenten der Spannungen fortbestehen, deren Summe gleich sein würde derjenigen der gegebenen Lasten, vermehrt durch das Gewicht des Systems. Dann würden die Widerlager, welche in dem Fall, daß die Spannungen der Bogen frei sind, fähig sein müßten, sowohl dem Druck gegen die Ufer bei einem steifen Bogen, oder dem Zug gegen den Fluß bei einem biegsamen Bogen Widerstand zu leisten, nur noch einen einfachen senkrechten Druck zu erleiden haben, und sie würden dann nur noch als einfache Stützen betrachtet werden können.

19. Bei anderen ähnlichen Konstruktionen, an den der Town'schen Gitterbrücken z. B., ist es schwierig, wegen der mannigfachen Umstände, die sich an dem Ganzen in Folge des Lockerwerdens der Verbindungen ergeben, a priori die Brauchbarkeit jedes Stückes zu beurtheilen, und ungeachtet der obern und untern Langschwellen, deren Wirkung bis auf einen gewissen Punkt mit der der obern und untern Fibern eines Körpers gleichgestellt werden kann, läßt sich behaupten, daß die Widerstandsfähigkeit eines Gitterbinders der Analyse nicht unterworfen werden kann und daß man nur die Erfahrung zu Rathe ziehen muß, wenn man die Widerstandsfähigkeit will kennen lernen, die er gegebenen Lasten entgegenzusetzen vermag.

20. Alles bisher Gesagte läßt sich nur auf die Konstruktionen anwenden, wo die Funktion jedes einzelnen Theiles vollkommen bestimmt werden kann, wie bei den Anordnungen, die in unseren Figuren dargestellt sind, welche übrigens beinahe die größte Anzahl möglicher Konstruktionen für massive Bogenbrücken, für Brücken von Holz oder Eisen, für Hängebrücken, armirte Balken, für Fenster und Thürstürze, überhaupt alle Verbindungen in sich begreifen, welche man zum Tragen von Lasten verwendet.

21. Fassen wir nun alles bisher Vorgetragene zusammen, so geht daraus hervor, daß für den Ingenieur, welcher die Brücken nur in Bezug auf die Art der Belastung, welche die hauptsächlichsten Konstruktionstheile zu tragen haben, und die Wirkung betrachtet, welche die Kräfte auf die Stützpunkte ausüben, folgende Abtheilungen aufgestellt werden können:

Erste Klasse. Kompressible Brücken, d. h. die Brücken, wo alle Konstruktionstheile, die die Brückenbahn tragen, Kräften zu widerstehen haben, die deren Moleküle zusammendrücken, und wo die Verbindung selbst das Streben hat, die Widerlager auseinander zu drängen (Fig. 3, 5, 7, 19, 20 — 9, 10, 11, 12, 13).

Zweite Klasse. Extensible Brücken, diejenigen, bei welchen alle Theile der Hauptverbindung, welche die Brückenbahn trägt, wegen der Trennung ihrer Molekülen und wegen des Strebens, die Widerlager gegeneinander zu neigen, dem Zerreißen ausgesetzt sind (Fig. 4, 6, 8, 21, 22 — 14, 15, 16, 17, 18).

Dritte Klasse. Gemischte Brücken. Die aus der Verbindung der vorigen Klassen entstehenden Brücken zeigen folglich die gleichzeitigen Wirkungen der extensiblen und kompressiblen Brücken (Fig. 23—26).

Diese letzte Klasse begreift augenscheinlich die steifen Brücken von zusammengesetzten Systemen in sich, diejenigen nämlich, welche in Uebereinstimmung mit der Definition, die wir für die gemischten Brücken gegeben, mit doppeltem, zusammendrückbaren und ausdehnbaren Verband solche Kombinazionen bieten, daß die Wirkungen der horizontalen Resultanten auf die Stützpunkte der Widerlager Null werden. Ihre Anordnungen würden also denen in den Figuren 9, 10, 11—14, 15, 16 und 23 ähnlich sein.

Die Unterabtheilungen jeder Klasse würden sich dann nach der Aehnlichkeit der Formen und nach der Beschaffenheit der verwendeten Materialien aufstellen lassen.

22. Was die Berechnungsmethoden betrifft, die dazu geeignet sind, die statischen Gleichgewichtsbedingungen der Bogen oder Polygone der verschiedenen Systeme zu bestimmen, so reduziren sich alle auf eine einzige, vorausgesetzt, daß der Widerstand der Verbindungsstücke bald als anziehend, bald als zurückstoßend, je nachdem diese ausgedehnt oder zusammengedrückt werden, betrachtet wird.

23. Alles das, was wir für die konkaven Bogen

Digitized by Google

aufgestellt haben, läßt sich auch auf die konvexen Bogen anwenden, wenn man für die Spannungen in diesem letztern Fall eine Richtung annimmt, die derjenigen entgegengesetzt ist, welche sie in dem ersten Falle hatten, oder aber wenn man bei einem konvexen Bogen so verfährt wie bei einem konkaven und dann die Figur umdreht.

24. Es mag hier ein für allemal gesagt sein, daß das, was wir bisher bemerkt, und das, was wir im weiteren Verlaufe über das Gleichgewicht der Polygone verhandeln werden, statische Kräfte und nicht Entwicklungen lebendiger Kräfte voraussetzt, welche fähig wären, vibrirende Bewegungen der verschiedenen festen Verbandstücke, woraus die Polygone bestehen, hervorzubringen.

II. Bestimmung der nöthigen Elemente der statischen Gleichgewichtspolygone.

Hauptprinzipien. — 25. Wenn eine Last P (Fig. 27) von zwei Seilen AB, AC getragen wird, die mit dem Horizont die Winkel α_1 und α_2 bilden, so wird sie Spannungen *) t_1 und t_2 veranlassen, welche zusammen die Wirkung der Last P neutralisiren.

26. Da das von oben nach unten in senkrechter Richtung wirkende Gewicht von den beiden schiefen Kräften t_1 und t_2 im Gleichgewicht erhalten wird, so müssen die senkrechten Komponenten der Spannungen die Wirkung der Last P aufheben, und die horizontalen Komponenten derselben Spannungen müssen sich neutralisiren, d. h. es muß

a) die Summe der senkrechten Komponenten der Kräfte oder Spannungen t_1 und t_2 an Stärke gleich und in der Richtung entgegengesetzt sein dem Gewicht P, das diese beiden senkrechten Komponenten neutralisiren;

b) es müssen die beiden horizontalen Komponenten dieser Spannungen t_1 und t_2 gleich sein unter sich und in entgegengesetzten Richtungen, weil das Streben zur horizontalen Verrückung des Punktes A, den Angriffspunkt der Komponenten Q und $-Q_1$, Null ist.

27. Man muß daher die nachstehenden Verhältnisse der Stärke und der Richtungen der folgenden Kräfte haben:

p_1 vertikaler Komponent von $-t_1$,

p_2 veetikaler Komponent von $-t_2$,

Q und $-Q_1$ horizontale Komponenten von t_1 und t_2.

*) Hier und in allem Folgenden bezeichnen wir mit „Spannung eines Seiles" die Reaktion des Komponenten je nach diesem Seile, der Last oder der gegebenen äußern Kraft.

Da die Summe der senkrechten Komponenten von t_1 und t_2 dem Gewichte P gleich und entgegengesetzt ist, so hat man:

$$p_1 = -t_1 \sin \alpha_1$$
$$p_2 = -t_2 \sin \alpha_2$$

und

$$-[t_1 \sin \alpha_1 + t_2 \sin \alpha_2] = P \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

28. Da sich die horizontalen Komponenten Q und $-Q_1$ der Spannungen t_1 und t_2 aufheben, so müssen sie gleich sein, weil sie an denselben Punkt fallen, und man erhält:

$$Q - Q_1 = [t_1 \cos \alpha_1 - t_2 \cos \alpha_2] = 0 \quad . \quad . \quad (2)$$

29. Wenn man, anstatt die Seile an demselben Punkt A zu verbinden, dem Polygon noch eine horizontale Seite AA_1 zwischen den Seilen AB und A_1C (Fig. 28) hinzufügen wollte, während letztere ihre resp. Spannungen beibehielten, so wäre es nothwendig, indem man den beiden gegegebenen Seilen AB, A_1C dieselbe Neigung gäbe, die gesammte Last P zwischen den beiden neuen Scheiteln $A\,A_1$ auf folgende Art zu vertheilen:

Man legt in den Punkt A den senkrechten Komponenten der Spannung t_1 des Seiles AB, dessen Ausdruck $t_1 \sin \alpha_1 = -p_1$, und an den andern Scheitel A_1 den senkrechten Komponenten des Seiles A_1C, dessen Werth $t_2 \sin \alpha_2 = -p_2$ ist.

30. Was die Werthe von t_1 und t_2 betrifft, welche Funkzionen der totalen Last P und der Winkel α_1 und α_2 sind, so sind sie bekanntlich von den folgenden Ausdrücken abgeleitet:

$$\left.\begin{aligned} t_1 &= \frac{\sin(90^0 - \alpha_2)}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)} P \\ t_2 &= \frac{\sin(90^0 - \alpha_1)}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)} P \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3$$

31. Um Wiederholungen zu vermeiden, setzen wir bei allem Folgenden voraus, daß alle Polygone, mit denen wir uns werden zu beschäftigen haben, die Eigenthümlichkeit einer horizontalen Seite besitzen, sei es nun, daß dieser Umstand aus der Form des Polygons selbst oder aus einer Zertheilung hervorgehe, welche der eben bezeichneten ähnlich ist, und daß das an einen einzigen Scheitel gehängte Gewicht zwischen den beiden neuen Scheiteln im Verhältniß der vertikalen Komponenten ihrer resp. Spannungen vertheilt wurde.

Wenn wir außerdem irgend ein Polygon zu studiren haben, nachdem wir dasselbe zu einem Polygon mit horizontaler Seite gemacht, so theilen wir es in zwei Theile vermittelst einer Senkrechten, die durch die Mitte

Digitized by Google

der horizontalen Seite des Polygons geht, und in den Berechnungen betrachten wir dann nur irgend einen Theil von zwei Theilen des gedachten Polygons, vorausgesetzt, daß die Verhältnisse, die wir zwischen den Seiten, den Spannungen, den Winkeln und dem Gewicht irgend eines Theils von zwei Theilen des Polygons aufstellen, den korrespondirenden Elementen der entgegengesetzten Seite vollkommen angemessen sind.

Dies ein für allemal bemerkt, gehen wir zur Erforschung der Verhältnisse über, welche die verschiedenen Elemente eines Polygons unter sich verbinden.

32. Wenn ein Polygon ABCDE (Fig. 29), das wir uns unwägbar und unausdehnbar denken, im Gleichgewicht ist unter der Wirkung gegebener Lasten p_1, p_2, p_3, p_4 und Kräften t_4 und Q, welche beziehungsweise auf die Seile OA und DE nach den Richtungen der letzteren einwirken, so müßte es allen folgenden Bedingungen genügen, welche für jeden Scheitel nur die Wiederholung dessen sind, was wir (1) gesagt, daß nämlich:

1. da der Punkt A unter der Wirkung von drei Kräften Q, p_1 und t_1 im Gleichgewicht ist, irgend eine dieser drei Kräfte der Resultante der beiden andern gleich und entgegengesetzt sein muß;

2. da der Punkt B hingegen durch die Wirkung der drei Kräfte $-t_1$, p_2 und t_2 im Gleichgewicht ist, so muß t_2 als der Resultante der beiden andern gleich und entgegengesetzt betrachtet werden, oder was dasselbe, t_2 muß indentisch mit der Resultante der beiden andern Kräfte t_1 und p_2 sein, welche entgegengesetzte Zeichen als die auf der Werkzeichnung annehmen.

Der Punkt C ist durch die Wirkung der drei Kräfte $-t_2$, p_3 und t_3 ebenfalls im Gleichgewicht, und es muß daher t_3 oder die Spannung des Seiles CD gleich und entgegengesetzt sein der Resultante der beiden andern, und eben so weiter für alle andern Scheitel des Polygons.

33. Wenn wir also der Abkürzung wegen mit dem Buchstaben **r** die „Resultante von" in der Art bezeichnen wie der Buchstabe *f* in der Rechnung mit Funkzionen für Funkzion von allen in der Parenthese stehenden Buchstaben angenommen ist, so haben wir $t_1 = \mathbf{r}\,(Q \times p_1)$ oder t_1 gleich der Resultante der Kräfte Q und p_1.

Will man eine Resultante mit entgegengesetzten Zeichen bezeichnen, so schreibt man $-t_1 = -\mathbf{r}\,(Q \times p_n)$ oder aber $-t_1 = \mathbf{r}\,(-Q - p_1)$. Dies einmal angenommen setzen wir

$$\left.\begin{array}{ll} -t_1 = \mathbf{r}\,(-Q.p_1) & -t_3 = \mathbf{r}\,(-t_2 \,.\, p_2) \\ -t_2 = \mathbf{r}\,(-t_1.p_2) & -t_4 = \mathbf{r}\,(-t_3 \,.\, p_4) \\ & -t_n = \mathbf{r}\,(-t_{n-1}.p_n) \end{array}\right\} . \quad (4)$$

Ersetzt man die Spannungen in dem zweiten Gliede durch ihre Werthe als Funkzion von Q und p_1, p_2, p_3, u. s. w., so kommt:

$$\left.\begin{array}{l} t_1 = \mathbf{r}\,[-Q - (p_1)] \\ t_2 = \mathbf{r}\,[-Q - (p_1 + p_2)] \\ t_3 = \mathbf{r}\,[-Q - (p_1 + p_2 + p_3)] \\ t_4 = \mathbf{r}\,[-Q - (p_1 + p_2 + p_3 + p_4)] \\ \text{und durch Folgerung} \\ t_n = \mathbf{r}\,[-Q - (p_1 + p_2 + p_3 + \ldots + p_n)] \end{array}\right\} .. (5)$$

34. Wie man aus den Ausdrücken (4) sieht, so leiten sich die Werthe der Spannungen der verschiedenen Polygonseiten nach und nach ab, weil die Spannung irgend eines Elementes des Polygons mit entgegengesetzten Zeichen die Resultante ist, welche gebildet wird durch die Reakzion der Spannung des vorhergehenden Seiles und der Last, die an dem untern Ende des Seiles, dessen Spannung man sucht, angehängt ist.

35. Die lineaire Uebertragung der Gleichungen (4) ist in Fig. 30 gegeben, wo die Spannung eines Seiles CD z. B. sich ableitet aus der Spannung des Seiles BC, das ihm unmittelbar vorhergeht, und aus dem Gewicht p_2, das sich in dem durch die Verbindung der beiden Seile BC und CD gebildeten Scheitel befindet.

36. Die aus den Gleichungen (4) durch Substituzion abgeleiteten Formeln (5) korrespondiren mit der Fig. 31. Hier hat die Spannung irgend eines Seiles zum Maß die auf dem horizontalen Komponenten Q errichtete Resultante und die Summe der Gewichte von dem tiefsten Punkt an bis zum Gipfel, wo das Seil beginnt, dessen Spannung man sucht.

Die Ausdrücke (5) und die Fig. 31 geben, wie man sieht, die algebraischen und geometrischen Verhältnisse, welche die gegebenen Gewichte unmittelbar miteinander verbinden, 1. zu den Spannungen der Seile; 2. zu den Neigungen der Elemente des Polygons, an, wenn man die horizontalen Komponenten der Spannungen und die Länge der Elemente oder die horizontalen Abstände der gegebenen Gewichte kennt.

37. Aus dem Vorhergehenden und aus den Fig. 30 und 31 läßt sich leicht der Schluß ziehen, daß in einem Polygon, das unter der Wirkung beliebiger Gewichte

Digitized by Google

im Gleichgewicht ist (die Elemente des Polygons als unwägbar, unausdehnbar und unzusammendrückbar angenommen);

1. der horizontale Komponent der Spannungen nach der ganzen Ausdehnung des Polygons konstant und folglich gleich ist der Spannung des horizontalen Seiles;

2. der vertikale Komponent irgend eines Elementes gleich ist der Summe der Gewichte, die an allen Scheiteln des Polygons von dem niedrigsten Punkt an bis zu dem Scheitel, wo unmittelbar der in Betrachtung genommene Scheitel anfängt, befestiget sind;

3. die Spannung des Seiles von dem horizontalen Seil an (wo sie am schwächsten, gleich und entgegengesetzt ist dem horizontalen Komponenten) sich fortwährend steigert bis zum letzten Element des Polygons, wo sie ihr Maximum erreicht.

Gehen wir nun zur Untersuchung der Formen und Formeln über, deren Betrachtung bei der Herstellung der Gleichgewichtspolygone von Nutzen sein kann. —

Verhältnisse zwischen den Koordinaten der Scheitel eines Polygons und dem Gewicht und den Spannungen, denen dieses Polygon ausgesetzt ist. — 38. Anstatt das Polygon von einem Fleck zum andern zu konstruiren, wie wir es gethan, und die Bestimmung eines Scheitels zu erwarten, um den vertikalen Komponenten des Gewichts dorthin zu legen, ist es in der Praxis viel leichter, dabei auf folgende Art zu verfahren, welche vor den beiden andern zuerst den Vortheil der geschwinden Ausführung, und zweitens den Werth hat, den Einfluß einer der Gegebenen auf die Form des Polygons zu verausgeschaulichen, wobei wir die unnützen Konstruktionslinien der Zeichnungen weglassen.

Nachdem wir die Linearwerthe:

$$\left.\begin{aligned} P_1 &= p_1 \\ P_2 &= p_1 + p_2 \\ P_3 &= p_1 + p_2 + p_3 \\ P_4 &= p_1 + p_2 + p_3 + p_4 \\ &\vdots \\ P_n &= p_n + p_4 + p_3 + p_2 \cdots + p_n \end{aligned}\right\} \quad \ldots (6)$$

festgestellt haben, fälle man auf die als horizontal angenommene gerade Linie OX (Fig. 32) die Senkrechten 1.2.3.4 u. s. w., auf denen sich die Scheitel des gesuchten Polygons, nämlich die Linien, auf denen die gegebenen Gewichte vorhanden sein müssen, zu befinden haben.

Auf diese Senkrechten, von der Horizontalen angefangen, fälle man die Lineargrößen P_1 P_2 P_3 P_4 und P_n, welche die senkrechten Komponenten der Spannungen ihrer resp. Elemente darstellen, wie solches aus den Formeln (5) hervorgeht.

Von jeder dieser Senkrechten angefangen und auf die Horizontale OX trage man den linearischen Werth $-Q$ auf, welcher der konstante horizontale Komponent der verschiedenen Elemente des Polygons ist. Konstruirt man dann die Resultanten auf die zu zwei und zwei genommenen $-(Q, P_1)$; $-(Q, P_2)$; $-(Q, P_3)$; $-(Q, P_4)$ u. s. w., so erhält man die Schiefen t_1, t_2, t_3, welche die Spannungen der korrespondirenden Elemente des Polygons in parallelen Richtungen und in Kräften ausdrücken. Diese Spannungen dienen zur Konstrukzion des gesuchten Polygons, weil sie die Richtung der Elemente angeben, und man übrigens die Vertikalen, welche die Scheitel enthalten, wie auch die Lage des einen von beiden kennt.

39. Wenn man also von dem Punkt A oder 1, AB parallel mit der Schiefen t_1 zieht, so hat man eins von den Elementen des Polygons, weil AB parallel mit der Schiefen t_1 ist, und weil die Endpunkte dieser Geraden sich auf den Vertikalen 1 und 2 befinden, wo die Scheitel des Polygons gelegen sind. Von dem auf solche Weise bestimmten Punkt B ziehe man die Gerade BC parallel mit t_2 und man erhält dann das zweite Element des gesuchten Polygons, so wie die Lage C des neuen Scheitels, durch den das folgende Element CD gehen muß, das man parallel mit t_3 zieht. Dagegen bestimmt dieses neue Element CD einen neuen Scheitel D des Polygons, das nun als Anhaltspunkt für ein neues Element des Polygons dient, und so fährt man fort bis zum letzten Element des gesuchten Polygons.

Nach der hier gezeigten graphischen Methode können wir also den Werkriß eines Polygons im Gleichgewicht zu gegebenen Kräften verzeichnen, d. h. wir lernen durch dieselbe die Spannungen, die Längen und die Neigungen der Polygonseiten, wie auch die Ordinaten der Gipfel desselben Polygons kennen. Gehen wir nun zur Bestimmung der algebraischen Ausdrücke dieser verschiedenen Elemente über.

Digitized by Google

40. Es ist ausgemacht, daß die Ordinate eines der Polygonalscheitel gleich ist der vertikalen Projekzion des Polygonaltheils, der zwischen dem tiefsten Punkt und dem in Rede stehenden Scheitel liegt (Fig. 33), oder was auf dasselbe hinausgeht, gleich der Summe der vertikalen Projekzionen der Seiten des Polygons zwischen dem tiefsten Punkt und dem betrachteten Scheitel (Fig. 33).

41. Bestimmen wir also nun die Formel, welche irgend einer Seite eines Polygons entspricht. Es seien (Fig. 34) zwei Vertikale n und (n + 1), zwischen denen sich die gesuchte Seite des in Rede stehenden Polygons befinden muß; nehmen wir an, daß man gezogen hätte nq = Q = dem horizontalen Komponenten der Spannungen, und nn′ = P_n = dem vertikalen Komponenten der Spannung der gesuchten Seite, oder der Summe der auf das Polygon von dem tiefsten Punkt an bis zum Scheitel n einschließlich gelegten Gewichte, so erhält man (Fig. 34)

$$\frac{nq}{nn'} = \frac{ab}{an'} \quad \ldots\ldots\ldots (7)$$

Aber np = Q = dem konstanten horizontalen Spannungsskomponenten;

nn′ = P_n = der Summe der Belastungen;

ab = h_n = der horizontalen Projekzion der gesuchten Seite oder der gegebenen Distanz zwischen den Vertikalen n und n+1, welche die Scheitel R und S enthalten sollen;

an′ = v_n = der vertikalen Projekzion der gesuchten Seite, weil RS parallel zu n′ q sein muß.

Sind diese Zeichen in das Verhältniß (7) gebracht, so entsteht:

$$\frac{Q}{P_n} = \frac{h_n}{v_n} \text{ woraus } v_n = \left(\frac{P_n}{Q}\, h_n\right) \ldots (8)$$

Das heißt, die vertikale Projekzion einer der Seiten l_n eines Polygons ist gleich dem Verhältniß $\frac{P_n}{Q}$ der auf das Polygon bis einschließlich des Scheitels gebrachten Gewichte, und des konstanten horizontalen Komponenten der Spannungen = Q, multiplizirt durch die horizontale Projekzion h_n derselben Seite.

42. Wenn also Fig. 33 die Ordinate des Scheitels, die wir mit V_4 bezeichnen

$$V_4 = v_1 + v_2 + v_3$$

ist, so wird, indem wir die vertikalen Projekzionen der verschiedenen Seiten v_1, v_2, v_3 durch ihre Ausdrücke ersetzen, welche durch Indukzion der Formel (8) abgeleitet sind

$$V_4 = \frac{1}{Q}\,(P_1 h_1 + P_2 h_2 + P_3 h_3);$$

wobei als gemeinschaftlicher Faktor das Verhältniß $\frac{1}{Q}$ gesetzt ist, weil der horizontale Komponent der Spannungen nach der ganzen Ausdehnung des Polygons konstant ist.

43. Durch Analogie wird für die Ordinate V_n des nten Scheitels, der auf die Vertikale gesetzt ist, welche durch den Punkt n geht, vom Anfange an gerechnet:

$$V_n = \frac{1}{Q}\,(P_1 h_1 + P_2 h_2 + P_3 h_3 + \ldots\ldots + P_{n-1} h_{n-1}). \quad \ldots\ldots\ldots (9)$$

Dies würde der Ausdruck der Ordinate sein, wenn die horizontalen Projekzionen der Seiten bekannt wären; wenn aber im Gegentheil die Längen der Polygonalseiten allein gegeben wären, wie das in manchen Fällen vorkommt, so müßte man einen Ausdruck für V_n erhalten, in welchem die horizontalen Projekzionen durch die Funkzionen von l ersetzt würden, und dazu wollen wir jetzt schreiten.

44. Aus Fig. 34 entnehmen wir folgende Verhältnisse

$$\frac{n'b}{ab} = \frac{n'q}{nq};$$

n′ b = RS = l_n = der Länge der Polygonalseite zwischen dem n^{ten} und $(n+1.)^{ten}$ Scheitel;

ab = h_n = der horizontalen Länge des Elementes l_n;

n′q = t_n = der Spannung des Elementes l_n;

nq = Q = dem konstanten horizontalen Komponenten der Spannung.

Es werden daher die obigen Verhältnisse:

$$\frac{l_n}{h_n} = \frac{t_n}{Q} \text{ woraus } h_n = \frac{Q}{t_n}\, l_n \quad \ldots (10)$$

Von einer andern Seite aber

$$t_n = \sqrt{Q^2 + P_n^2} = Q\left(1 + \frac{P_n^2}{Q^2}\right)^{\frac{1}{2}}; \quad \ldots (11)$$

und indem man diesen Werth der Spannung in den weiter oben gefundenen Ausdruck von h_n substituirt, erhält man

$$h_n = Q l_n \frac{1}{t_n} = Q l_n \frac{1}{Q\left(1 + \frac{P_n^2}{Q^2}\right)^{\frac{1}{2}}} = l_n \left(1 + \frac{P_n^2}{Q^2}\right)^{-\frac{1}{2}} \quad (12)$$

Digitized by Google

und man erhält für den Werth der Ordinate V_n als (9) die Werthe von h_n durch ihre Funkzionen (12) Funkzion der Seiten des Polygons, indem man in ersetzt.

$$\left.\begin{aligned} V_n = \frac{1}{Q}\Big\{ & P_1 l_1 \left(1+\frac{P^2_1}{Q^2}\right)^{-\frac{1}{2}} + P_2 l_1 \left(1+\frac{P^2_2}{Q^2}\right)^{-\frac{1}{2}} + \\ & + P_3 l_3 \left(1+\frac{P^2_3}{Q^2}\right)^{-\frac{1}{2}} + \ldots + P_{n-1} l_{n-1} \left(1+\frac{P^2_{n-1}}{Q^2}\right)^{-\frac{1}{2}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

Oder indem man jedes Glied der Gleichung (13) entwickelt:

$$V_n = \frac{1}{Q}\left\{\begin{array}{l} P_1 l_1 \left[1-\frac{1}{2}\left(\frac{P^2_1}{Q^2}\right)+\frac{1.3}{2.4}\left(\frac{P^2_1}{Q^2}\right)^2-\frac{1.3.5}{2.4.6}\left(\frac{P^2_1}{Q^2}\right)^3+\text{ꝛc.}\right] \\ + P_2 l_2 \left[1-\frac{1}{2}\left(\frac{P^2_2}{Q^2}\right)+\frac{1.3}{2.4}\left(\frac{P^2_2}{Q^2}\right)^2-\frac{1.3.5}{2.4.6}\left(\frac{P^2_2}{Q^2}\right)^3+\text{ꝛc.}\right] \\ + P_3 l_3 \left[1-\frac{1}{2}\left(\frac{P^2_3}{Q^2}\right)+\frac{1.3}{2.4}\left(\frac{P^2_3}{Q^2}\right)^2-\frac{1.3.5}{2.4.6}\left(\frac{P^2_3}{Q^2}\right)^3+\text{ꝛc.}\right] \\ \vdots \qquad\qquad \vdots \\ + P_{n-1} l_{n-1} \left[1-\frac{1}{2}\left(\frac{P^2_{n-1}}{Q^2}\right)+\frac{1.3}{2.4}\left(\frac{P^2_{n-1}}{Q^2}\right)^2- \right. \\ \left. \qquad -\frac{1.3.5}{2.4.6}\left(\frac{P^2_{n-1}}{Q^2}\right)^3+\text{u. s. w.}\right] \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (14)$$

45. Diese Formel kann auch in folgende Form gesetzt werden, indem man anordnet im Verhältniß zu $\frac{P}{Q}$:

$$V_n = \frac{1}{Q}\left\{\begin{array}{l} + [P_1 l_1 + P_2 l_2 + P_3 l_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots + P_{n-1} l_{n-1}] - \\ - \frac{1}{2}\left[P_1 l_1 \left(\frac{P^2_1}{Q^2}\right) + P_2 l_2 \left(\frac{P^2_2}{Q^2}\right) + P_3 l_3 \left(\frac{P^2_3}{Q^2}\right) + \ldots\ldots + P_{n-1} l_{n-1} \left(\frac{P^2_{n-1}}{Q^2}\right)\right] + \\ + \frac{1.3}{2.4}\left[P_1 l_1 \left(\frac{P^2_1}{Q^2}\right)^2 + P_2 l_2 \left(\frac{P^2_2}{Q^2}\right)^2 + P_3 l_3 \left(\frac{P^2_3}{Q^2}\right)^2 + \ldots\ldots + P_{n-1} l_{n-1} \left(\frac{P^2_{n-1}}{Q^2}\right)^2\right] - \\ - \frac{1.3.5}{2.4.6}\left[P_1 l_1 \left(\frac{P^2_1}{Q^2}\right)^3 + P_2 l_2 \left(\frac{P^2_2}{Q^2}\right)^3 + P_3 l_3 \left(\frac{P^2_3}{Q^2}\right)^3 + \ldots\ldots + P_{n-1} l_{n-1} \left(\frac{P^2_{n-1}}{Q^2}\right)^3\right] + \\ + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} \quad \ldots (15)$$

Dies ist die Formel, welche die Ordinaten der Polygonscheitel als Funkzion der Seiten desselben Polygons gibt; eine Formel, welche offenbar zu kompliciert ist, um sie zur praktischen Lösung der Gleichgewichtsbedingungen der Polygone zu verwenden. Wir werden aber sehen, daß in dem Fall, wo die Längen einem gewissen mathematischen Gesetze folgen (und das ist der gewöhnlichste Fall in der Anwendung), dieser Ausdruck sich auf den Werth der ersten Glieder der Reihe zurückführt, die alsdann schnell abnehmend wird, vorausgesetzt, daß das Verhältniß $\frac{P}{Q}$ gewöhnlich einen sehr geringen Werth in der Praxis hat, wie man in der Folge erfahren wird.

46. Die Abfissen*) der Polygonalscheitel sind gewöhnlich die Gegebenen des Problems, und in solchem Falle werden sie ausgedrückt durch

$$H_n = (h_0 + h_1 + h_2 + h_3 + \ldots h_{n-1}) \quad \ldots (16)$$

47. Wenn die Längen l_n die gegebenen Größen des Problems wären, so würde es genügen, in dieser Gleichung die Zeichen h_0, h_1 u. s. w. durch ihre Funkzionen in l_n zu ersetzen. Man hat (12) für die horizontale Projekzion einer Seite

$$h_n = l_n \left(1+\frac{P^2_n}{Q^2}\right)^{-\frac{1}{2}} \quad \ldots\ldots (17)$$

Die Gleichung (16) wird also, indem man die horizontalen Projekzionen durch die der Formel 17 analogen Ausdrücke ersetzt:

*) Die Abfissen und die Längen der Kurven oder der Polygone werden bei den Formeln, die das Maß derselben angeben, immer auf die Achse bezogen, welche die Kurve oder das Polygon in zwei symmetrische Theile theilt.

Digitized by Google

$$H_n = \left[h_0 + l_1\left(1+\frac{P^2_1}{Q^2}\right)^{-\frac{1}{2}} + l_2\left(1+\frac{P^2_2}{Q^2}\right)^{-\frac{1}{2}} + l_3\left(1+\frac{P^2_3}{Q^2}\right)^{-\frac{1}{2}} + \right.$$
$$\left. + \ldots\ldots + l_{n-1}\left(1+\frac{P^2_{n-1}}{Q^2}\right)^{-\frac{1}{2}}\right] \ldots (18)$$

Entwickelt man jedes Glied der Reihe wie in dem vorigen Fall, und verfährt man im Verhältniß zu Q so kommt:

$$H_n = \left\{\begin{array}{l} h_0 \\ + [l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + l_{n-1}] - \\ - \frac{1}{2}\left[\frac{l_1}{Q^2}P^2_1 + \frac{l_2}{Q^2}P^2_2 + \frac{l_3}{Q^2}P^2_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + \frac{l_{n-1}}{Q^2}P^2_{n-1}\right] + \\ + \frac{1.3}{2.4}\left[\frac{l_1}{Q^4}P^4_1 + \frac{l_2}{Q^4}P^4_2 + \frac{l_3}{Q^4}P^4_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + \frac{l_{n-1}}{Q^4}P^4_{n-1}\right] - \\ - \frac{1.3.5}{2.4.6}\left[\frac{l_1}{Q^6}P^6_1 + \frac{l_2}{Q^6}P^6_2 + \frac{l_3}{Q^6}P^6_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + \frac{l_{n-1}}{Q^6}P^6_{n-1}\right] + \\ + \text{u. s. w.} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} \ldots (19)$$

Dieselben Bemerkungen, welche wir früher über den Einfluß des Verhältnisses $\frac{P}{Q}$ gemacht, sind auch hier anwendbar und man sieht daher, daß die Reihe für die meisten Fälle der Praxis dienen kann, wo die Last und die Längen des Polygons sich durch ein gewisses mathematisches Gesetz ausdrücken könnten.

48. Die ganze Länge des Polygons von der Mitte des horizontalen Elements an bis zum n^{ten} Scheitel einschließlich wird durch das folgende Verhältniß gegeben, wenn die parziellen Längen der Seiten bekannt sind:

$$L_n = [l_0 + l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + \ldots + l_{n-1}] \ldots (20)$$

49. Wenn die Seitenlängen unbekannt sind und sie nur durch ihre horizontale Projekzion h_n gefunden werden können, so muß man l_n als Funkzion dieser horizontalen Projekzion geben, wie es durch die Gleichung (12) angegeben ist, aus welcher man zieht:

$$l_n = h_n\left(1+\frac{P^2_n}{Q^2}\right)^{\frac{1}{2}} \ldots\ldots (21)$$

Wird dieser Werth in die Gleichung (20) substituirt, so erhält man:

$$L_n = \left[h_0 + h_1\left(1+\frac{P^2_1}{Q^2}\right)^{\frac{1}{2}} + h_2\left(1+\frac{P^2_2}{Q^2}\right)^{\frac{1}{2}} + \right.$$
$$\left. + h_3\left(1+\frac{P^2_3}{Q^2}\right)^{\frac{1}{2}} + \ldots + h_{n-1}\left(1+\frac{P^2_{n-1}}{Q^2}\right)^{\frac{1}{2}}\right] \ldots (22)$$

Entwickeln wir auch jeden Ausdruck des zweiten Gliedes in eine Reihe und verfahren im Verhältniß von $\frac{P}{Q}$, so kommt durch den Ausdruck der Länge des Polygons bis zum n^{ten} Scheitel:

$$L_n = \left\{\begin{array}{l} h_0 \\ + h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + h_{n-1}] + \\ + \frac{1}{2}\left[h_1\frac{P^2_1}{Q^2} + h_2\frac{P^2_2}{Q^2} + h_3\frac{P^2_3}{Q^2} + \ldots\ldots\ldots\ldots + h_{n-1}\frac{P^2_{n-1}}{Q^2}\right] - \\ - \frac{1}{2.4}\left[h_1\frac{P^4_1}{Q^4} + h_2\frac{P^4_2}{Q^4} + h_3\frac{P^4_3}{Q^4} + \ldots\ldots\ldots\ldots + h_{n-1}\frac{P^4_{n-1}}{Q^4}\right] + \\ + \frac{1.3}{2.4.6}\left[h_1\frac{P^6_1}{Q^6} + h_2\frac{P^6_2}{Q^6} + h_3\frac{P^6_3}{Q^6} + \ldots\ldots\ldots\ldots + h_{n-1}\frac{P^6_{n-1}}{Q^6}\right] - \\ - \frac{1.3.5}{2.4.6.8}\left[h_1\frac{P^8_1}{Q^8} + h_2\frac{P^8_2}{Q^8} + h_3\frac{P^8_3}{Q^8} + \ldots\ldots\ldots\ldots + h_{n-1}\frac{P^8_{n-1}}{Q^8}\right] + \\ + \text{u. s. w.} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} \ldots (23)$$

Wir wiederholen es hier noch einmal, was wir schon bei Gelegenheit der zwei übrigen Entwicklungen bemerkten, daß, da in der Praxis das Verhältniß $\frac{P}{Q}$ immer ein Bruch und sehr schwach ist, die Reihe zu abnehmend wird, als daß man die ersten Glieder der Entwicklung so betrachten könnte, als lieferten sie eine hinreichend genaue Berechnung des Werthes von L_n.

50. Nachdem wir die Koordinaten und die Länge des Polygons bestimmt haben, ist es beinahe immer erforderlich, die Spannungen der Polygonseiten kennen zu lernen, um daraus die Querschnitte abzuleiten.

Die Spannung einer Polygonalseite zwischen dem n^{ten} und $(n+1)^{ten}$ Scheitel wird gegeben durch das Verhältniß (10)

$$t_n = \sqrt{Q^2 + P^2_n} \ldots\ldots (24)$$

Digitized by Google

oder auch als Funkzion der Länge der Seite und der horizontalen Projekzion dieser Seite:

$$t_n = \frac{l_n}{h_n} Q \quad \ldots\ldots\ldots (25)$$

Dieser Werth der Spannung aber wird gegeben anstatt des beständigen horizontalen Komponenten der Spannungen Q; ein Komponent, den man nicht immer kennt, und welcher aus diesem Grunde die direkte Auflösung des Problems der Spannungen in dem allgemeinsten Fall nicht gestattet. Wir werden indessen in der Folge sehen, wie es in den meisten Fällen der Praxis ermöglicht wird, den Werth dieses horizontalen Komponenten zu bestimmen.

51. Wie aus der Gleichung (24) zu ersehen, vermehrt sich die Spannung nach Maßgabe, als man auf dem Polygon vorrückt, d. h. diese Spannung vermehrt sich mit dem Gewichte. Wenn P_n Null wird, was darauf hinausgeht, die Spannung an der horizontalen Seite anzunehmen, ein Fall, in welchem $P_n = o$, so reduzirt sich die Spannung auf den Werth von Q, wie es leicht vorauszusehen war. Wir wiederholen es indessen, der Werth dieses horizontalen Komponenten wird in der Praxis gegeben: entweder direkt oder durch Neigung der letzten Polygonseite, oder durch die Spannung dieser letzten Seite, oder durch den Werth einer der Koordinaten des letzten Polygonscheitels, wenn die ganze Länge des Polygons bekannt ist, oder endlich durch die beiden Koordinaten des letzten Schenkels des Polygons, dessen Länge alsdann unbekannt ist.

Die Lösung des Problems hat dann keine ernsten Schwierigkeiten mehr in der Praxis, wo beinahe alle Polygone einer gewissen Größe einem Gesetz folgen, das in den obigen Formeln ausgedrückt wird; Formeln, welche sich sehr vereinfachen, wie wir in der Folge sehen werden.

Die Tangente des Winkels, den die Polygonalseite zwischen den n^{ten} und $(n+1)^{ten}$ Scheiteln macht, wird gegeben durch das sehr einfache Verhältniß (Fig. 34):

$$\text{tang } a_n = \frac{v_n}{h_n} = \frac{P_n}{Q} \quad \ldots\ldots (26)$$

Wir werden die Anwendungen davon sehen.

Bestimmung aller Elemente eines Polygons in sehr großem Maßstabe. — 53. Die Fig. 33 liefert das Mittel alle zur Herstellung eines Polygons erforderlichen Elemente zu bestimmen. Dahin gehören die Ordinaten, die Abscissen, die parziellen oder gesammten Längen der Seiten eines Polygons, die Spannung irgend eines Elementes, und endlich die Neigung einer der Seiten dieses Polygons. Sehr oft ist es aber in der Praxis nicht möglich, diese Vergleichungsmethode aus Mangel an Raum vorzunehmen, und es ist dann erforderlich, die gesuchten Elemente zu kondensiren und sie in den möglichst kleinsten Raum zu gruppiren, indem man die Konstruktzionslinien auf ein Minimum reduzirt.

Wie aus der Fig. 33 hervorgeht, beschränkt sich die Bestimmung aller Elemente eines Polygons auf die Verzeichnung einer Reihe von Dreiecken, deren Seiten oder Winkel gegeben sind; Dreiecke, welche in den genannten Figuren sich aneinander reihen und alsdann eine Werkzeichnung von gewisser Ausdehnung nöthig machen.

Wenn man bemerkt, daß alle diese Dreiecke eine gemeinschaftliche Basis haben, welche der horizontale Komponent der nach der ganzen Ausdehnung des Polygons konstanten Spannung Q ist, so wird man einsehen, daß es möglich gemacht wird, alle Elemente eines Polygons zu bestimmen, wenn man nur eine Fläche zur Disposizion hat, welche die Verzeichnung des größten Dreieckes, das dabei vorkommt, fassen kann.

55. Es seien (Fig. 35) zwei Linien AB und BC in dem Punkte B senkrecht gegeneinander gerichtet. Nehmen wir auf AB den linearischen Werth von Q und tragen nach und nach auf die Senkrechte B die folgenden linearischen Werthe auf: $B.2' = P_1$, $B.3' = P_2$, $B.4' = P_3$, $B.5' = P_4$, indem man die Werthe von P_1, P_2, P_3 u. s. w. nach §. 38 bestimmt.

56. Es ist augenscheinlich, daß die von A ausgehenden und nacheinander die Punkte 2', 3', 4' und 5' auf der Senkrechten BC verbindenden schiefen Linien die Spannungen der respektiven Seiten des Polygons angeben, und man wird haben: $A.2' = t_1$, $A.3' = t_2$, $A.4' = t_3$, $A.5 = t_4$ u. s. f.

57. Um die Längen der Polygonalseiten zu erhalten, wenn die horizontalen Projekzionen davon bekannt sind, braucht man nur die Längen dieser Projekzionen auf die Linie AB aufzutragen, und die am Ende dieser horizontalen Projekzion errichtete Senkrechte wird, indem sie sich mit der gesuchten Seite der korrespondirenden Schiefen schneidet, die Länge angeben, welche man erhalten will. Auf AB trägt man nur die Längen h_1, h_2, h_3 und h_4 auf und man erhält durch die an den Enden dieser Geraden errichteten

Digitized by Google

Senkrechten die ſchiefen Theile: A.2=l_2, A.3=l_3, A.4 =l_4, A.5=l_5.

58. Die Neigungen dieſer Seiten, dieſelben, welche die gleichen Seiten mit der Horizontalen bilden, geben unmittelbar die Winkel α_1, α_2, α_3 und α_4.

59. Die Ordinaten und die Abſciſſen der Polygonalſcheitel werden durch die Fig. 35 ſofort angegeben, denn man braucht nur die horizontalen Projekzionen oder die Zunehmenden v_1, v_2, v_3 u. ſ. w. den Ordinaten hinzuzuſetzen, um die Werthe von V_n zu erhalten; die Abſciſſen erhält man durch die Hinzufügung der lineariſchen Werthe von h_0, h_1, h_2 u. ſ. w.

60. Wie wir im Vorhergehenden aus den allgemeinen Formeln 15, 19, 22 und 23 geſehen, welche die Werthe der Koordinaten der Polygonalſchenkel und die Längen derſelben Polygone darſtellen, würde der horizontale Komponent der Spannungen in dem allgemeinſten Fall aus dieſen Formeln ſchwer abzuleiten ſein; es beſtehen aber für die Aufzeichnung des Werkriſſes Umſtände, welche es leicht machen, hinreichend genau für die Bedürfniſſe der Praxis die lineariſchen Werthe dieſes Komponenten zu beſtimmen.

61. Es ſeien (Fig. 36) die Kräfte P_1, P_2, P_3, P_4 und P_5 ſenkrecht auf die Horizontale OX aufgetragen, zwiſchen denen die reſpektiven horizontalen Projekzionen der Seiten des Polygons enthalten ſind, um deſſen Auffindung es ſich handelt, das jedoch der Bedingung entſprechen muß, einen beſtimmten Werth V_n für die Ordinate des nten Scheitels zu haben. Nehmen wir z. B. den 5. Scheitel in E in Fig. 36 an und nehmen wir uns vor das Polygon zu konſtruiren, das V_5 als Ordinate dieſes Scheitels hat. Mit irgend einem Werthe von Q, den wir hier mit Q_1 bezeichnen, verzeichnen wir das Polygon AB′C′D′E′, deſſen letzte Ordinate V'_5 iſt.

62. Wenn es uns, nachdem wir eine einem horizontalen Komponenten Q_1 entſprechende Ordinate V'_5 kennen, möglich wäre, dieſe Werthe mit dem durch V_5 gegebenen und mit demjenigen zu verbinden, der für Q zu beſtimmen iſt, ſo wäre das Problem offenbar gelöſt; es würde ſich nur noch darum handeln, den Werkriß mit einem bekannten Werth des horizontalen Komponenten der Spannungen Q aufzutragen. Nun iſt aber zu bemerken, daß das zwiſchen einer Ordinate und dem horizontalen Komponenten Q beſtehende Verhältniß (9) durch die folgende Gleichung gegeben iſt:

$$V_n = \frac{1}{Q}\left(P_1 h_1 + P_2 h_2 + P_3 h_3 + \ldots + P_{n-1} h_{n-1}\right)$$

Der ganze Theil des zweiten Gliedes, das in der Parentheſe eingeſchloſſen iſt, verändert ſich in dem vorliegenden Falle nicht und bleibt konſtant. Wir bezeichnen ihn mit C, und die vorſtehende Gleichung erhält die Geſtalt

$$V_n = \frac{C}{Q} \quad \ldots\ldots\ldots (27)$$

Verändert man Q in dieſer Gleichung, indem man ihm einen Werth Q_1 gibt, ſo iſt der Ausdruck der neuen Ordinate V'_n:

$$V'_n = \frac{C}{Q_1} \quad \ldots\ldots\ldots (28)$$

und das Verhältniß zwiſchen den beiden Ordinaten, die ein und demſelben Scheitel n, jedoch mit den verſchiedenen Werthen von Q entſprechen, wird:

$$\frac{V'_n}{V_n} = \frac{Q}{Q_1} \quad \ldots\ldots\ldots (29)$$

woraus

$$Q = \frac{V'_n}{V_n} Q_1 \quad \ldots\ldots\ldots (30)$$

Das heißt, man braucht nur den anfänglich Q_1 gegebenen Werth zu multipliciren mit dem Verhältniß der beiden Ordinaten V'_n und V_n desſelben Scheitels, um den Werth des geſuchten horizontalen Komponenten Q zu erhalten.

63. Anſtatt das vorſtehende Problem durch Berechnung zu löſen, kann es auf graphiſchem Wege durch die Fig. 37 geſchehen, welche nur das Bild der Formel (29) iſt; es iſt

AB = Q, BC = Q_1, AB′ = V'_n, und B′B″ = V_n.

Man kann alſo, wenn es der Werkriß geſtattet, in Fig. 36 entweder von neuem den für Q gefundenen Werth auftragen und das neue Polygon ABCDE zeichnen, oder von der Fig. 37 die neuen Werthe V_1, V_2, V_3 u. ſ. w. ableiten, indem man ſenkrecht auf AB eine Reihe von Geraden errichtet, die von dem Punkt A ſo entfernt liegen, wie es durch V'_1, V'_2, V'_3 u. ſ. w. dargeſtellt iſt.

64. Sollte das Polygon eine ſehr große Ausdehnung haben, und man wollte die Elemente deſſelben in ſehr großem Maßſtabe, dem der Ausführung z. B., erhalten, ſo müßte man einen Werkriß nach Art der Fig. 35 anwenden, welcher die Ordinaten durch Hinzufügung ihrer lineariſchen Zunehmenden v_1 v_2 v_3 u. ſ. w. angibt, und der Werth des geſuchten horizontalen Komponen-

Digitized by Google

ten würde auf die Art gefunden werden, wie wir so eben angegeben.

65. Was die neuen Ordinaten betrifft, so würden sie natürlicher Weise aus einem Fig. 38 ähnlichen Werkriß hervorgehen, in welchem die Zunehmenden v'_1, v'_2, v'_3 u. s. w. auf einer Geraden A B aufgetragen werden, welche linearisch den horizontalen Komponenten Q darstellt.

66. Die Längen der Seiten, die Spannungen und die Winkel des gesuchten Polygons würden unmittelbar durch einen der Fig. 35 ähnlichen Werkriß geliefert, den man leicht konstruiren könnte, wenn einmal der horizontale Komponent Q durch das oben angegebene Verfahren bestimmt ist.

III. Von den imponderablen Polygonen, die mit gleichen Lasten an jedem Scheitel beschwert sind, und deren Seiten sich horizontal nach ein und derselben Länge projiciren; ferner von den Hängebrücken und gleichweiten Hängestangen von gleichem Gewicht, bei denen man den veränderlichen Einfluß der Gewichte der Stangen und der Hängeketten vernachlässigt. —

67. Wenn die auf jedem Scheitel lastenden Gewichte unter sich gleich sind und die horizontalen Projektionen der Seiten des Polygons gleiche Werthe haben, so werden die oben angegebenen Formeln sich beträchtlich vereinfachen und eine sehr praktische Form annehmen, wie wir alsbald sehen werden.

68. In diesem Falle werden die Ausdrücke (6) $P_1 = p, P_2 = 2p, P_3 = 3p, P_4 = 4p \ldots P_n = np$ (31) und da alle Werthe von h dieselben sind, so wird die Gleichung (9), die den Ausdruck der Ordinate V_n des n^{ten} Polygonscheitels gibt, wenn man h und p als gemeinschaftliche Faktoren setzt:

$$V_n = \frac{ph}{Q}[1+2+3+4+\ldots\ldots+(n-1)] \ldots (32)$$

69. Summirt man nun alle in der Parenthese des zweiten Gliedes, von 1 bis $(n-1)$ einschließlich enthaltenen Zahlen, so erhält man:

$$[1+2+3+\ldots\ldots+(n-1)] = \frac{n^2-n}{2} \ldots (33)$$

Stellt man diese Summazion in (32) wieder her, so erhält man zuletzt für den Werth der Ordinate des n^{ten} Scheitels:

$$V_n = \frac{p\,h}{2\,Q}(n^2-n) \ldots\ldots (34)$$

als den Ausdruck der Ordinate des Polygons (Fig. 39), die in ihrem untern Theil eine horizontale Seite darstellt.

70. Wollte man anstatt des Gewichtes p in die Formel das Gewicht pro laufenden Meter der horizontalen Projekzion setzen, das wir mit π bezeichnen, so hätte man zuerst $\pi \cdot h = p$, denn es ist in der That erforderlich, daß das Gewicht eines Intervalles h oder von zweien $\frac{h}{2}$ gleich sei dem auf einen der Scheitel gestellten Gewicht. Ersetzen wir in der obigen Formel (34) p durch den Werth $\pi \cdot h$, so kommt:

$$V_n = \frac{\pi\,h^2}{2\,Q}(n^2-n) \ldots\ldots (35)$$

71. Schieben wir h^2 in die Parenthese ein, so erhält man

$$V_n = \frac{\pi}{2\,Q}(n\,h^2 - n\,h.h) \ldots\ldots (36)$$

Aus dieser neuen Form sieht man, daß es möglich ist, von der polygonalen Form zur gekrümmten Form überzugehen, da nichts den Werth von n oder h limitirt, wenn es nicht diese beiden Werthe sind, die sich im umgekehrten Verhältniß zueinander verändern, wenn man $n\,h = x$ setzt.

Da man $n\,h = x$ hat, so müssen, wenn die Anzahl der Scheitel und folglich die der Seiten unendlich groß wird, die Seiten unendlich klein werden, wobei zu bemerken, daß der Ausdruck $x\,h$ weggeschafft wird, wenn h unendlich klein ist, der Charakter der Diskontinuität muß verschwinden und die Gleichung (36) wird:

$$y = \frac{\pi}{2\,Q} \cdot x^2 \ldots\ldots\ldots (37)$$

72. Die Gleichung (35) ist die einer Kurve, wenn die Variable n ganze oder Bruchwerthe annehmen kann; wenn aber diese Variable der Bedingung unterliegt, nur durch Einheiten zuzunehmen, so stellt die Gleichung nur noch eine Reihe von Punkten dar, die in der Kurve liegen, von denen wir sprechen und die unter sich um h in horizontaler Projekzion entfernt sind.

73. Wenn wir wie vorstehend $n\,h = x$ machen, und wenn wir ferner durch y die korrespondirende Ordinate bezeichnen, so erhalten wir den folgenden Ausdruck für die Gleichung der Kurve:

$$y = \frac{\pi}{2\,Q}(x^2 - x\,h) \ldots\ldots (38)$$

Den folgenden Werthen $x = o$ und $x = h$ korrespondiren zwei gleich Null werdende Ordinaten.

Digitized by Google

Es ſchneidet alſo die Kurve die Achſe der x in zwei Punkten, wovon ſich der eine am Anfang der Koordinaten und der andere in einer Entfernung h von demſelben Anfange befindet. Ebenfalls ſieht man, daß alle korreſpondirenden Ordinaten mit poſitiven Werthen von x, kleiner als h, negativ ſind, d. h. daß alle die Theile der nach der Länge h auf der Abſciſſe vom Anfange der Koordinaten an projicirten Kurve unterhalb der Achſe der x durchgehen. Außerdem entſpricht jede der Ordinaten des Theils dieſer Kurve, der unter der Achſe der x liegt, zwei Punkten, für welche $x=u$ u. $x=h-u$; und dieſe beiden Punkte, welche gleiche Ordinaten haben, kommen in einem einzigen zuſammen, wenn $x = u = h - u$, woher es auch nothwendig iſt, daß man habe $u = \frac{h}{2} = x$. In dieſem Falle wird die Gleichung (38)

$$y = \frac{\pi}{2Q}\left(-\frac{h^2}{4}\right) \quad \ldots\ldots\ldots (39)$$

74. Dieſe Ordinate entſpricht gleichzeitig dem tiefſten Punkt der Kurve, weil für jeden Werth von x, der größer oder kleiner als $\frac{h}{2}$ iſt, ſchwächere negative Werthe als die des Ausdruckes (39) korreſpondiren. Macht man alſo $x = \frac{h}{2} \pm u$ in (38), ſo erhält man folgenden alleinigen Ausdruck:

$$y = \frac{\pi}{2Q}\left(u^2 - \frac{h^2}{4}\right) = \frac{\pi}{2Q}\left[u^2 - \left(\frac{h}{2}\right)^2\right] \quad . (40)$$

So lange nun dieſer Ausdruck negativ ſein wird, wird er um ſo ſchwächer ſein als u ſich mehr $\frac{h}{2}$ nähert. Wenn u gleich wird $\frac{h}{2}$, ſo wird die Ordinate Null, und von da an, wo u größer wird als $\frac{h}{2}$, wird die Ordinate poſitiv, um unbeſtimmt mit der Variabeln u zuzunehmen.

75. Unter der neuen Form (40) iſt es leicht einzuſehen, daß dieſe Gleichung einer Parabel korreſpondirt, welche mit der in (37) bezeichneten identiſch iſt; nur liegt hier die Achſe der Koordinaten, anſtatt am Scheitel der Kurve, im Innern dieſer Kurve und auf ihrer großen Achſe in einer Entfernung, die durch die Relazion (39) ausgedrückt wird. Mit einem Wort, die Kurve kann ſo betrachtet werden, als wäre ſie die Kurve (37), welche parallel mit ſich ſelbſt auf einer durch (39) ausgedrückten Länge längs ihrer großen Achſe geſchoben wäre.

76. Dieſe beiden Kurven, welche unter ſich das Gleichgewichtspolygon enthalten, das durch die Gleichung (36) vermittelſt der Scheitel ſeiner Winkel iſt beſtimmt worden, ſind die eine die Parabel, die in dieſem Polygon, und die andere die Parabel, die um dasſelbe verzeichnet iſt, wie wir aus den Noten im Anhange dieſer Abhandlung erſehen werden.

77. Bei den meiſten Anwendungen, wo das Polygon keine große Ausdehnung hat, nimmt man an, daß die Gleichgewichtsfigur die iſt, welche wir eben beſtimmt haben; eine Hypotheſe, welche darauf hinausgeht, die ungleiche Vertheilung der Gewichte der Ketten und Hängeſtangen zu vernachläſſigen und nur einen Mittelwerth für die ganze gleichförmig auf der horizontalen Projekzion der Parabel oder des paraboliſchen Polygons vertheilte Laſt zu berechnen. Da dieſer Fall einer von denen iſt, die in der Anwendung ſehr häufig vorkommen, ſo wollen wir uns weitläufiger mit den Methoden oder Verfahrungsweiſen beſchäftigen, welche geeignet ſind, die Elemente kennen zu lernen, die wir zur Verzeichnung dieſer Figur nothwendig haben.

78. Die Ordinaten der Parabel oder des paraboliſchen Polygons erhält man durch direkte Berechnung der Formel (37) für die Parabel, und durch die numeriſche Reſoluzion der Formel (35) für das paraboliſche Polygon oder die Parabel, die um das Polygon beſchrieben iſt. Beſchäftigen wir uns zuvörderſt mit dem paraboliſchen Polygon. Der Ausdruck der Ordinate des n^{ten} Scheitels iſt (35):

$$V_n = \frac{\pi h^2}{2Q}(n^2 - n).$$

Die unmittelbare Berechnung iſt ſehr leicht, weil man nur ein für allemal das Verhältniß $\frac{\pi h^2}{2Q}$ zu beſtimmen braucht, das wir $= A$ annehmen, und wir können nun die vorſtehende Gleichung unter folgender Geſtalt darſtellen:

$$V_n = A\,(n^2 - n) \quad \ldots\ldots (41)$$

in welcher es hinreicht nach und nach $n = 1$, $n = 2$, $n = 3$ u. ſ. w. zu machen, um die Ordinaten des 1., 2., 3. u. ſ. w. Scheitels des Polygons zu erhalten.

79. Bevor wir weiter gehen, iſt ein Wort zu bemerken über die Bedingungen, welche den Werth des horizontalen Komponenten Q beſtimmen, der in den Parameter der Parabel eintritt.

Digitized by Google

In der Anwendung ſind gewöhnlich die Gegebenen, nach denen man die Polygone konſtruirt, die Längen der Sehne und des Pfeils. Um die Gleichung zu vervollſtändigen beſtimmt man die Werthe der Gewichte und die Entfernung der Stangen nach den Bedingungen der Kunſt oder der lokalen Verhältniſſe, ſo daß in der Gleichung (35) alles bekannt iſt, ausgenommen der Werth des horizontalen Komponenten Q, welcher durch die folgende aus (35) abgeleitete Gleichung mit den andern Werthen verbunden iſt:

$$Q = \frac{\pi h^2}{2 V_n} (N^2 - N) \quad \ldots . (42)$$

in welcher N die Nummer des letzten Polygonſcheitels iſt. Dieſer auf ſolche Art beſtimmte und in die Gleichung (35) eingeführte Komponent dient dazu, alle übrigen Elemente des Polygons kennen zu lernen.

80. Nehmen wir nun die Berechnung der Ordinaten wieder auf. Wir haben geſehen, daß die Gleichung (4) die Form hatte

$$V_n = A\,(n^2 - n).$$

Statt der Anwendung der unmittelbaren Berechnung iſt es manchmal vorzuziehen, ſich der Methode der Differenzen zu bedienen, wodurch die Berechnung der Länge der Hängeſtangen nach einer ſehr einfachen Präparazion der Formel ſich auf einfache Addizionen reduzirt. Macht man in der Gleichung (41) nach und nach n ſtatt tn — 1, n und n + 1, ſo kommt:

$$\left.\begin{aligned} V_{n-1} &= A\,(n^2 - 3n + 2) \\ V_n &= A\,(n^2 - n) \\ V_{n+1} &= A\,(n^2 + n) \end{aligned}\right\} \quad \ldots (43)$$

für den Werth der drei aufeinander folgenden Ordinaten der Scheitel n — 1, n und n + 1.

Nehmen wir jetzt die erſten Unterſchiede dieſer Ordinaten, ſo erhält man:

$$\left.\begin{aligned} V_n - V_{n-1} &= \Delta_1 = A\,(2n - 2) \\ V_{n+1} - V_n &= \Delta'_1 = A\,(2n) \end{aligned}\right\} \quad . (44)$$

und für die zweite Differenz:

$$(\Delta'_1 - \Delta_1) = \Delta_2 = 2A \quad \ldots (44)$$

Das heißt, die zweite Differenz iſt konſtant wie es aus dem Grade der Gleichung leicht vorherzuſehen war. Die zweite Differenz iſt alſo konſtant und gleich zweimal dem Koeffizienten der Funkzion.

Man kann nun für die allmählige Berechnung der Koordinaten folgende Tabelle aufſtellen:

Nr.	Ordinaten	Differenzen	
		erſte Δ_1	zweite Δ_2
1	$y_1 = 0$		
2	$y_2 = 2A$	2 A	
3	$y_3 = 6A$	4 A	2 A
4	$y_4 = 12A$	6 A	id
5	$y_5 = 20A$	8 A	id
6	$y_6 = 30A$	10 A	id
7	$y_7 = 42A$	12 A	id
8	$y_8 = 56A$	14 A	id
9	$y_9 = 72A$	16 A	id
10	$y_{10} = 90A$	18 A	id
„	„	„	„
„	„	„	„
„	„	„	„
n	$y_n = (n^2 - n)\,A$	$(2n-2)A$	2 A

81. Dieſe ſehr einfache Berechnungsweiſe, bei welcher man ſehr geſchwind alle Werthe der Ordinaten erhält, kann von Jedermann ausgeübt werden und erfordert durchaus keine Geiſtesanſtrengung. Um ſich indeſſen nicht dem Uebelſtand auszuſetzen eine lange Reihe von Berechnungen in Folge eines in den aufeinanderfolgenden Addizionen ſich eingeſchlichenen Fehlers, welcher alle Reſultate von der Reihe an, in der dieſer Fehler ſteckt, ungültig würden, noch einmal beginnen zu müſſen, ſo glauben wir, daß es zweckmäßig wäre, einige Ordinaten (von 10 zu 10 z. B.) direkt und von Diſtanz zu Diſtanz zu berechnen; auf ſolche Weiſe vermiede man alle Ungewißheiten, die aus einem Addizionsfehler entſtehen könnten, und man vermöchte ſelbſt diejenigen zu korrigieen, welche von einigen der letzten Ziffern herrührten, die man bei der Werthbeſtimmung von A oder der erſten und zweiten Differenzen vernachläſſigt hätte und welche, ſehr oft wiederholt, in den Dimenſionen der Stangen eine merkliche Differenz hervorbringen würden.

82. Wenn man, anſtatt die Gleichung des paraboliſchen Polygons zu nehmen, diejenige der Parabel nähme, welche die horizontale Seite des Polygons tangirt und welche iſt:

$$y = A x^2 = \frac{A}{4} n_1^2,$$

indem man n_1 die Werthe der unpaaren natürlichen Zahlen gibt, ſo werden die erſten Differenzen ſein

2 A, 4 A, 6 A, u. ſ. w.

Digitized by Google

und die zweiten Differenzen, konstant wie in dem ersten Falle, hätten ebenfalls den Werth von 2 A, so daß die Ordinaten dieser Parabel nach und nach würden:

$$\frac{A}{4}, \frac{9A}{4}, \frac{25A}{4}, \frac{49A}{4} \text{ u. s. w.}$$

nämlich die Produkte der Viertel der Parameter mit den Quadraten der ungleichen natürlichen Zahlen 1, 3, 5, 7 u. s. w., welche die Reihefolge der Nummern der Stangen von der vertikalen Achse der Kurve angefangen angeben.

83. Die Stangen der Hängebrücken sind nicht begrenzt durch die horizontale Tangente des Polygons oder der Kurve; diese Stangen gehen bis zum untern Theil der Ballen und selbst noch einige Centimeter tiefer hinab, um die Schraubenmuttern aufzunehmen, worauf die Brückenbahn ruht.

Die Brückenbahn hat gewöhnlich eine krumme parabolische Form, so daß die Stangen als aus drei verschiedenen Theilen bestehend betrachtet werden können. So wird in Fig. 40

1. der ganze über der Horizontalen OX gelegene Theil als Ordinate der Kettenparabel betrachtet. Die Gleichung irgend einer Ordinate ist:

$$V_n = \frac{\pi h^2}{2Q}\left(n^2 - n\right);$$

2. der ganze Theil zwischen der Horizontalen OX, welche die obere Kurve tangirt, und der horizontalen O′X′, welche die untere Kurve berührt und durch die Brückenbahn gebildet wird, hat als Werth die konstante Größe D;

3. der dritte Theil ist endlich der zwischen dieser untern horizontalen Tangente O′X′ und der untern Kurve der Brückenbahn sich befindende. Diese Kurve, der man gewöhnlich die parabolische Form gibt, hat als Ausdruck ihrer Ordinaten

$$f = a\,(n^2 - n) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (45)$$

Der Parameter a, der dieser Bedingung entsprechen muß,

$$a = \frac{f_n}{(N^2 - N)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (46)$$

wird bestimmt durch die Größe, die man dem Pfeil f_n der Brückenbahn geben will, welcher mit der N^{ten} Stange an den Widerlagern korrespondirt.

84. Die ganze Länge einer Hängestange besteht demnach aus drei Theilen, welche aneinandergestoßen folgenden Ausdruck haben, in welchem mit B_n die ganze Stange bezeichnet wird:

$$B_n = \left[\frac{\pi h^2}{2Q}(n^2 - n) + a\,(n^2 - n) + D\right] \quad . \quad . \quad (47)$$

oder auch noch, wenn man bemerkt, daß die Werthe von n dieselben sind in beiden Stellen des zweiten Gliedes, was uns gestattet, sie als gemeinschaftlichen Faktor zu setzen:

$$B_n = \left[\left(\frac{\pi h^2}{2Q} + a\right)(n^2 - n) + D\right] \quad . \quad . \quad (48)$$

so daß, wenn man die Parameter der beiden Parabeln, der obern und der untern, verbindet, die Berechnung der beiden Kurven nicht mehr Zeit erfordert als die Berechnung einer einzigen Ordinate.

85. Die Bestimmung der Länge der Abscissen ist eine sehr einfache Operazion, weil sie in der Addizion ähnlicher Glieder besteht. Die Formel der Abscisse H_n ist:

$$H_n = [h_0 + (n-1)h] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (49)$$

Da aber die Achse der Parabel die horizontale Seite des Polygons in zwei gleiche Theile schneidet, so folgt daraus, daß man hat

$$h_0 = \frac{h}{2}$$

und daß der Ausdruck (49) sich reduzirt auf:

$$H_n = \left[\frac{h}{2} + (n-1)h\right] = (n - \tfrac{1}{2})h \quad . \quad (50)$$

86. Die Berechnung der Länge des Polygons ist eine Operazion von der größten Wichtigkeit bei der Herstellung einer Hängebrücke, weil ein geringer Fehler in der Länge der Kette einen sehr großen Fehler für den Pfeil dieser Kurve herbeiführt.

Die allgemeine Gleichung, welche die Länge des Polygons L_n von der senkrechten Achse des Polygons bis zum n^{ten} Scheitel ergibt, wurde oben schon mitgetheilt (23) als Funkzion der Projekzionen der Seiten von irgend welchen Längen und von willkührlichen Gewichten. In dem Fall aber, welcher uns beschäftigt, vereinfacht sich diese Formel bedeutend, und zwar erstlich, weil die horizontalen Projekzionen der Elemente konstant sind, und zweitens, weil die Gewichte P_1, P_2 u. s. w. nach einem sehr einfachen Gesetze die Reduktion jeder parziellen Reihe des zweiten Gliedes auf ein einziges Glied gestatten, welches das Gesetz des Zunehmens ausdrückt, dem die Gewichte auf der polygonalen Linie folgen.

87. Für den gegenwärtigen Fall, $h_0 = \frac{h}{2}$, weil das horizontale Element durch die vertikale Achse der Figur in zwei gleiche Theile getheilt ist, werden wir also haben:

$$h_0 = \frac{h}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (51)$$

Digitized by Google

Das zweite Glied

$$[h_1 + h_2 + h_3 + \ldots\ldots + h_{n-1}]$$

wird dann, wenn man bemerkt, daß h konstant ist,

$$h[1_1 + 1_2 + 1_3 + \ldots\ldots + 1_{n-1}] = h(n-1) \ldots (52)$$

Das dritte Glied in der Reihe, das den Koefficienten $\frac{1}{2}$ hat, wird, indem man P_n durch seinen Werth np ersetzt und h aus der Parenthese entfernt:

$$\frac{h}{2}\left[\frac{p^2}{Q^2} + \frac{2p^2}{Q^2} + \frac{3p^2}{Q^2} + \frac{4p^2}{Q^2} + \ldots\ldots + \frac{(n-1)^2p^2}{Q^2}\right]$$

Setzt man außerdem als gemeinschaftlichen Faktor das konstante Verhältniß $\frac{p^2}{Q^2}$, so erhält man nach Summirung der Quadrate der natürlichen Zahlen von 1 bis (n−1),

$$\frac{p^2h}{2Q^2}[1 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + \ldots\ldots\ldots + (n-1)^2] = \frac{h\,p^2}{2\,Q^2}\left[\frac{2n^3 - 3n^2 + n}{6}\right] \ldots\ldots (53)$$

Das vierte Glied in der Reihe, das den Koefficienten $\frac{1}{2.4}$ hat, wird in Folge von ähnlichen Betrachtungen wie die oben entwickelten sind:

$$-\frac{1}{8} \times \frac{p^4\,h}{Q^4}[1 + 2^4 + 3^4 + 4^4 + \ldots\ldots + (n-1)^4] = -\frac{p^4.h}{8Q^4}\left[\frac{2n^5 - 5n^3}{10} + \frac{10n^1 - n}{30}\right] \ldots (54)$$

88. Verbinden wir nun alle die Glieder, welche wir auf den und beschäftigenden Fall (51) (52) (53) und (54) zurückgeführt haben, so erhalten wir für die Länge des Polygons von der Achse bis zum n^{ten} Scheitel, wenn wir die übrigen Glieder vernachlässigen,

$$L_n = \left[\frac{h}{2} + h(n-1) + \frac{h\,p^2}{2\,Q^2}\left(\frac{2n^3 - 3n^2 + n}{6}\right) - \frac{p^4\,h}{8\,Q^4} \times \left[\frac{2n^5 - 5n^4}{10} + \frac{10n^3 - n}{30}\right]\right] \ldots (55)$$

Dieser Ausdruck ist noch sehr komplicirt; wenn man aber darauf achtet, daß in der Praxis das Verhältniß $\frac{p}{Q}$ stets ein sehr schwacher Bruch ist, so wird man sogleich die Möglichkeit empfinden, diese Gleichung (55) zu vereinfachen, und wenn man, als ohne praktischen Einfluß auf die Resultate, nicht Rücksicht nimmt auf das Glied, welches das Verhältniß $\frac{p}{Q}$ in der vierten Potenz enthält, so kommt man zu folgendem Ausdruck:

$$L_n = \left[n\,h - \frac{h}{2} + \frac{h}{2}\left(\frac{p}{Q}\right)^2\left(\frac{2n^3 - 3n^2 + n}{6}\right)\right] \ldots (56)$$

welcher die Länge des Polygons bis zum n^{ten} Scheitel einschließlich als Funkzion des Gewichtes, das auf jedem Scheitel sich befindet, und des horizontalen Komponenten der Spannungen angibt.

89. Wollte man einen Ausdruck von jener Länge L_n, welchen das Verhältniß $\frac{p}{Q}$ nicht enthält, erhalten, so müßte man das letztere als Funkzion der Ordinate V_n des Polygonscheitels ersetzen; eine Ordinate, welche gewöhnlich eine der Gegebenen des Problems ist; man hätte dann, indem man das aus (34) berechnete Aequivalent

$$\frac{p}{Q} = \frac{2V_n}{(n^2-n)\,h}$$

substituirte, in der vorstehenden Gleichung:

$$L_n = \left[n\,h - \frac{h}{2} + \frac{2}{h}\left(\frac{V_n}{n^2-n}\right)^2\left(\frac{2n^3-3n^2+n}{6}\right)\right] = \left[n\,h - \frac{h}{2} + \frac{V_n^2}{3h}\left(\frac{2n^3-3n^2+n}{(n^2-n)^2}\right)\right] \ldots (57)$$

Aber auch diese Gleichung ist noch der Vereinfachung fähig, und wenn man bemerkt, daß

$$\frac{2n^3-3n^2+n}{(n^2-n)^2} = \frac{2(n^3-n)\,n - (n^2-n)}{(n^2-n)^2} = \frac{n+(n-1)}{(n-1)n} = \left(\frac{1}{n-1} + \frac{1}{n}\right),$$

so kommt für die Gleichung (57), wenn man setzt:

$$h\left(n - \frac{1}{2}\right) = H_n,$$

$$(n\,h - h) = \left(H_n - \frac{h}{2}\right),$$

$$n\,h = \left(H_n + \frac{h}{2}\right),$$

$$L_n = \left[H_n + \frac{V_n^2}{3}\left(\frac{1}{H_n - \frac{h}{2}} + \frac{1}{H_n + \frac{h}{2}}\right)\right] \ldots (58)$$

90. In den gewöhnlichen Fällen der Praxis ist der Werth von h oder das Intervall zwischen den Hängestangen sehr klein gegen die ganze Brückenspannung $2\,H_n$, so daß aus einer Vernachlässigung desselben kein bemerkbarer Fehler entsteht; die Formel (58) vereinfacht sich dann noch mehr und wird

$$L_n = \left[H_n + \frac{2\,V_n^2}{3\,H_n}\right] \ldots\ldots (59)$$

Dies ist der Ausdruck für die ganze Länge des Polygons von der vertikalen Achse bis zum Scheitel n einschließlich, und man kann sich dessen in der Anwendung wenigstens für die Vorarbeiten bedienen, wenn man sich nicht mit diesem Grade der Berechnung für das definitive Projekt begnügen will. In diesem letztern Falle müßte man sich der Formel (58) bedienen.

Digitized by Google

91. Die Gleichung (23), welche die Länge eines Polygons angibt, kann gleichzeitig den Ausdruck der Länge der Kurvengrenze des Polygons liefern. Zu diesem Zweck genügt es, den Charakter der Diskontinuität, den die genannte Gleichung darstellt, verschwinden zu lassen. Wir stellen zu diesem Behuf durch $\Sigma^{\alpha-1}(a)$ die Summe der natürlichen Zahlen von 1 bis $(n-1)$ einschließlich und durch $\Sigma^{\alpha-1}(a^2)$ die Summe der Quadrate der natürlichen Zahlen von 1 bis $(n-1)$ einschließlich dar; und im Allgemeinen, wenn $\Sigma^{\alpha-1}(a^\alpha)$ die Summe der Potenzen α der natürlichen Zahlen von 1 bis $(n-1)$ einschließlich darstellt, so wird durch die Gleichung (23), wenn sie auf die parabolischen Polygone angewendet wird, wo h konstant und $P = np$ ist:

$$L_n = \left[\frac{h}{2} + h\,\Sigma^{\alpha-1}(1) + \frac{p^2 h}{2Q^2}\Sigma^{\alpha-1}(a^2) - \frac{h\,p^4}{8\,Q^4}\Sigma^{\alpha-1}(a^4) + \right.$$
$$\left. + \frac{h\,p^6}{16\,Q^6}\Sigma^{\alpha-1}(a^6) - \frac{5\,h\,p^8}{128\,Q^8}\Sigma^{\alpha-1}(a^8) + \text{u. s. w.} \ldots\right] \quad (60)$$

92. Nun hat jedes Glied dieser Gleichung die Form:

$$\frac{h\,p^\alpha}{Q^\alpha}\,\Sigma^{\alpha-1}(a^\alpha)$$

und indem man bemerkt, daß, wenn die Kurve kontinuirlich ist, das Gewicht gleichmäßig auf ihre horizontale Projektion vertheilt sein muß, was wiederum erfordert, daß man, wie wir bereits gesehen, $p = \varpi h$ habe, wo ϖ das Gewicht pro lauf. Meter der Brückenbahn, und h den Zwischenraum zwischen den Stangen in dem Polygon darstellt. Das so eben modifizirte Glied wird also

$$\frac{h^{\alpha+1}\,\varpi^\alpha}{Q^\alpha}\,\Sigma^{\alpha-1}(a^\alpha).$$

Es ist aber durch die Theorie der Berechnung der Differenzen bekannt, daß man im Allgemeinen hat:

$$\Sigma^{\alpha-1}\left(a^\alpha\right) = \frac{n^{\alpha-1}}{\alpha+1} + \frac{n^\alpha}{\beta} + \text{u. s. w.}$$

d. h., daß die Summirung die Potenz des zu summirenden Gliedes um einen Grad erhöht.

Der vorstehende Ausdruck wird dann:

$$\left(\frac{\pi}{Q}\right)^\alpha\left(\frac{h^{\alpha+1}\,n^{\alpha+1}}{\alpha+1} + \frac{h^{\alpha+1}\,n^\alpha}{\beta} + \text{u. s. w.}\right)$$

Da aber in der Berechnung nichts den Werth von h und den von n begrenzt, und die einzige Bedingung ist, daß diese beiden Größen im umgekehrten Sinne gegeneinander wirken, so daß man für das Produkt nh immer ein und denselben Werth hat, so kann man im Gedanken annehmen, daß h unbestimmt zunimmt, während n den entgegengesetzten Weg geht; wenn n an der Grenze unendlich groß wird, verschwindet h, und $nh = x$ gleicht der Abseisse der Kurve, so daß der obige allgemeine Ausdruck sich reducirt auf

$$\left(\frac{\pi}{Q}\right)^\alpha \frac{x^{\alpha+1}}{\alpha+1}$$

und die Glieder, welche noch h einschließen und die Gestalt $x^\alpha h$ hatten, sind durch die Wegschaffung von h verschwunden.

93. Es werden also alle Glieder der Formel (60) diese Gestalt annehmen und es wird, wenn man als überflüssig alle die Glieder wegschafft, wo h alleiniger Faktor oder einen Grad höher sein würde als n, und das Zeichen L_n durch S ersetzt, um die Verwandlung der gebrochenen Linien in eine stetig gekrümmte Linie anzudeuten

$$S = \left\{x + \frac{1}{2}\left(\frac{\pi}{Q}\right)^2\frac{x^3}{3} - \frac{1}{8}\left(\frac{\pi}{Q}\right)^4\frac{x^5}{5} + \right.$$
$$\left. + \frac{1}{16}\left(\frac{\pi}{Q}\right)^6\frac{x^7}{7} - \frac{5}{128}\left(\frac{\pi}{Q}\right)^8\frac{x^9}{9} + \text{u. s. w.}\right\} \quad (61)$$

94. In der Praxis kann man sich auf die zwei ersten Glieder beschränken, und es wird dann

$$S = \left\{x + \frac{1}{6}\left(\frac{\pi}{Q}\right)^2 x^3\right\} \quad \ldots \quad (62)$$

95. Wollte man die Länge der parabolischen Kurve bloß als Funktion ihrer Ordinaten x und y berechnen, so erhielte man, wenn man $\left(\frac{\pi}{Q}\right)$ durch seinen aus (37) abgeleiteten Werth

$$\frac{\pi}{Q} = \frac{2y}{x^2}$$

ersetzte, anstatt (62) die folgende Gleichung:

$$S = \left\{x + \frac{1}{6}\left(\frac{2y}{x^2}\right)^2 x^3\right\} = \left\{x + \frac{2y^2}{3x}\right\} \quad (63)$$

96. Wir gehen nun zur Bestimmung der Spannungen der Seiten eines parabolischen Polygons über.

Der allgemeine Ausdruck der Spannung, die die Seite eines Polygons zwischen den Scheiteln n und $(n+1)$ erleidet, ist (24)

$$t_n = \sqrt{Q^2 + P^2{}_n};$$

da aber hier $P_n = np$, so wird

$$t_n = \sqrt{Q^2 + n^2 p^2}$$

97. Wenn man, da der Werth des horizontalen Komponenten der Spannung nicht bekannt ist, den obigen Werth erhalten wollte, so müßte man diesen Komponenten Q durch sein aus (34) abgeleitetes Aequivalent, ersetzen, und es würde zuerst

Digitized by Google

$$Q = \frac{p\,h}{2\,V_n}\,(n^2 - n),$$

und dann, indem man aus $n^2 p^2$ die Wurzel auszieht,

$$t_n = np\,\sqrt{\left(\frac{n\,h-h}{2\,V_n}\right)^2 + 1} \quad \ldots \quad (65)$$

Verwandelt ſich das Polygon in eine Kurve, ſo vereinfacht ſich der horizontale Komponent der Spannungen in ſeinem Ausdruck und wird, von (37) abgeleitet,

$$Q = \frac{\pi\,x^2}{2\,y} \quad \ldots \ldots \quad (66)$$

und da das totale Gewicht in dieſer letzten Hypotheſe durch πx repräſentirt wird, ſo erhält man als Ausdruck der Spannung t_n, welche dem Punkt der Tragketten korreſpondirt, deſſen Abſciſſe duech x dargeſtellt iſt,

$$t_x = \sqrt{\left(\frac{\pi\,x^2}{2\,y}\right)^2 + (\pi\,x)^2} = \pi x\,\sqrt{\left(\frac{x}{2\,y}\right)^2 + 1} \quad (67)$$

99. Die Tangente des Winkels α_n, den irgend eine Seite der Reihe n des Polygons mit der Horizontalen macht, iſt durch die Gleichung (26)

$$\text{tang}\,\alpha_n = \frac{P_n}{Q}$$

gegeben. Für den Fall eines Polygons $P_n = np$ und $Q = \frac{p\,h}{2\,V_n}\,(n^2-n)$; woraus

$$\text{tang}\,\alpha_n = \frac{np}{\frac{p\,h}{2\,V_n}\,(n^2-n)} = \frac{2\,V_n}{h\,(n-1)} \quad \ldots \quad (68)$$

100. Wenn das Polygon ſich in eine Kurve, $P_n = \pi x$ und $Q = \frac{\pi\,x^2}{2\,y}$ verwandelt, ſo wird der allgemeine Ausdruck der Tangente des Winkels reduzirt auf

$$\text{tang}\,\alpha_x = \frac{\pi\,x}{\frac{\pi\,x^2}{2\,y}} = \frac{2\,y}{x} \quad \ldots \quad (69)$$

101. Dies ſind die Formeln, durch welche die hauptſächlichſten Dimenſionen und die Formen der Verbandſtücke der Hängebrücken beſtimmt weeden können. In der Praxis iſt es aber oft erforderlich ſeine Zuflucht zu Werkzeichnungen zu nehmen, um entweder Reſultate zu erhalten, die nur mit großer Mühe durch Rechnung gefunden werden würden, oder um Operazionen zu kontroliren, welche vorher durch Berechnung gemacht waren. Aus dieſem Grunde werden wir hier einige Vergleichungsmethoden näher betrachten, welche bei ihrer Einfachheit von den weniger geübten Conſtructeurs angewendet werden können.

102. Das erſte ſich darbietende Mittel beſteht in der direkten Berechnung einiger der Ordinaten, während man die andeen durch graphiſche Interpolazion erhält; es iſt aber begreiflich, daß dieſes Verfahren, welches nicht frei von Fehlern iſt, noch ſehr viel Zeit und vollkommene Inſtrumente erfordert, um die Ordinaten zu erhalten, deren Größe man ſucht.

Könnte man aber alle Oedinaten duech die Aufzeichnung einer einzigen Geraden erhalten, ſo wäre die Operazion leicht und ſchnell, weil man nur ein Lineal an den Punkt, der als Anfangspunkt angenommen worden, und an den Scheitel einer der Ordinaten anlegen dürfte, deren Werth durch das Problem direkt gegeben oder berechnet würde durch eine der oben angegebenen Formeln. Dieſes Reſultat erhält man, wenn man bemerkt, daß die Gleichung

$$V_n = A\,(n^2-n)$$

des paraboliſchen Polygons, oder.

$$y = A\,x^2$$

der Parabel die einer Geraden wird, wenn man ſetzt

$$V_n = A\,m$$

und

$$y = A\,z;$$

indem man $(n^2-n) = m$ für den erſten Fall, und $x^2 = z$ für den zweiten Fall ſetzt.

103. Tragen wir z. B. auf einer Geraden O A (Fig. 41) von O als Mittelpunkt angefangen die Entfernungen $(2^2-2) = 2$, $(3^2-3) = 6$, $(4^2-4) = 12$, $(5^2-5) = 20$, $(6^2-6) = 30$, $(7^2-7) = 42$ u. ſ. w. auf, und errichten auf dieſen verſchiedenen Punkten die Senkrechten 2. 3. 4. 5. 6. 7.

Führen wir durch das Ende der Oedinate V_7, welche im voraus als Pfeil des Polygons gegeben iſt, und den Punkt O als erſten Scheitel des Polygons die ſchiefe Linie O B, ſo wird dieſe die auf O A ſenkrecht gefällten Linien nach den Längen ſchneiden, die proporzionell ſind zu den Ordinaten der Scheitel des paraboliſchen Polygons.

Um die Form dieſes Polygons zu erhalten, braucht man nur auf einer Geraden O A' (Fig. 42) eine Reihe von linearen Größen anzunehmen, welche die gegebenen horizontalen Peojekzionen der Polygonſeiten darſtellen, und über jedem dieſer Punkte Senkrechte zu errichten, welche den vorher erhaltenen Geraden gleich ſind, um das Polygon 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7., welches das geſuchte Polygon ſein wird, zu verzeichnen.

104. Wie oben erwähnt, beſteht die Hängeſtange einer Hängebrücke aus drei Theilen:

Digitized by Google

1. aus der parabolischen Ordinate zwischen der Kurve oder dem Polygon und der zum Tragseil oder zur Tragkette horizontalen Tangente;

2. aus einem konstanten Theil, welcher der kleinsten Entfernung zwischen der Tragkette und dem untern Theil der Brückenbahnbalken gleich ist;

3. aus den Ordinaten der Kurve, welche in den meisten Fällen von derselben Beschaffenheit ist als die Kurve der Tragketten.

Hiernach hat irgend eine Hängestange, deren ganze Länge mit b bezeichnet wird, folgenden Ausdruck:

$$b = A(n^2 - n) + A'(n^2 - n) + D.$$

Die dieser Formel korrespondirende Form wird offenbar durch Fig. 43 dargestellt, und ihre Ordinaten b oder die Totalwerthe der Hängestangen werden graphisch durch die Fig. 43 gegeben, deren Konstruktion jener in Fig. 41 ähnlich ist.

105. Tragen wir also in Fig. 43 auf einer Geraden O A Entfernungen auf, die durch

$$(2^2-2) = 2,\ (3^2-3) = 6 \ldots . (7^2-7) = 42$$

dargestellt sind und errichten wir über diesen verschiedenen Punkten unbegrenzte Senkrechte; auf der Senkrechten über $(7^2-7) = 42$ messe man eine Entfernung V_7, die als Pfeil des obern Polygons angenommen wird; von B nach O wird eine gerade Linie gezogen und man erhält durch die Durchschneidung dieser Geraden O B mit den Senkrechten die obern Enden aller Hängestangen. Zieht man dann $O_1 A_1$ parallel mit O A in einer Entfernung, welche der von der untern Balkenkante der Brückenbahn bis zur untern Kante der Hängestange gleich ist, so erhält man auf jeder Senkrechten die konstante Größe der Stange zwischen den beiden horizontalen Tangenten an der obern Kurve der Tragketten und an der untern Kurve der untern Balkenkante. Trägt man dann von A_1 nach B_1 eine Größe auf, die dem Pfeile f der Brückenbahn gleich ist, so erhält man die untern Enden aller Hängestangen durch die Durchschneidung aller Senkrechten mit der geraden Linie $B_1 O_1$.

Jede Hängestange wird demnach gemessen durch den Theil der Senkrechten zwischen den beiden schiefen Linien B O und $B_1 O_1$.

In Fig. 44 sind die für die Ausführung ermittelten Linien des Polygons und der Kurve der Brückenbahn dargestellt wie sie sich nach den in Fig. 43 dargestellten Ordinaten ergeben haben.

106. Wenn hinreichender Raum vorhanden ist so kann man bei diesem Verfahren die Hängestangen in ihrer natürlichen Größe konstruiren. Unter hinreichendem Raum verstehen wir nicht eine Fläche, welche die Hälfte der ganzen Ausdehnung der Tragketten und der Hängestange einnähme, sondern nur den Raum, der nothwendig ist, damit die längste Hängestange in der Verzeichnung eingetragen werden kann; die Achse der Abfeissen kann was immer für eine Länge haben, so ist es dennoch möglich daraus die Größe der Einheit abzuleiten, mit der man die Entfernungen auf der Horizontalen mißt, weil diese Größe willkührlich ist und nicht von derjenigen abhängt, welche zur Messung der Länge der Hängestangen gewählt wurde. Die einzige Rücksicht, welche der Constructeur bei der Wahl der Einheit der Abfeissen zu beobachten hat, ist die, daß er für die Linie O A (Fig 43) keine Länge annimmt, die im Verhältniß zu der von A B zu schwach wäre, denn es würde dann die Neigung der Schiefen O B sehr bedeutend werden, und diese würde die Senkrechten unter Winkeln schneiden, die sich zu weit von dem rechten Winkel entfernen, wodurch eine große Ungewißheit über die wirkliche Lage des Durchschneidungspunktes entstehen und der Constructeur der Begehung großer Fehler in der Berechnung der Längen der Hängestangen ausgesetzt sein würde.

Um sich unter Beibehaltung derselben Dimensionen des Werkrisses dem rechten Winkel so viel als möglich bei den Winkeln zu nähern, den die beiden Schiefen mit den Senkrechten bilden, kann man nach der in Fig. 45 dargestellten Methode verfahren. Nachdem man wie in Fig. 43 die beiden Parallelen O A, $O_1 A_1$ gezogen, trägt man die ganze Länge B B, so auf, daß A B = $A_1 B_1$ ist; es sind auf diese Art die Schiefen OB, $O_1 B_1$ gegen die Geraden OA und $O_1 A_1$ gleichmäßig geneigt, und man umgeht den Nachtheil, der nach Fig. 43 entstehen kann und darin besteht, daß die Linien, welche die Hängestangen darstellen, unter zu spitzen Winkeln geschnitten werden.

107. Hat man nicht den nöthigen Raum sowohl in Bezug auf die Dimensionen als auf die Regelmäßigkeit der Oberfläche, so kann man zu einem andern Mittel greifen, um die natürliche Größe der Hängestangen zu bestimmen, das sich als praktisch bewährt hat.

Auf einem vorher im Groben hergerichteten Terrain (Fig. 46) schlägt man in Entfernungen von beiläufig

Digitized by Google

1=50 Pfähle in der Richtung einer geraden Linie O A ein. Auf einer andern geraden Linie A B, welche senkrecht auf O A steht, schlägt man eine zweite Reihe von Pfählen in einer Länge, welche mindestens der Länge der größten Hängestange gleich ist; dann operirt man auf ähnliche Art mit den Linien BC und OC, so daß ein Viereck gebildet wird, das so vollkommen als möglich ist, und schlägt nachher eine abermalige Reihe von Pfählen nach der Diagonale OB. Nachdem dies geschehen werden alle Pfahlköpfe (Fig. 47) genau horizontal abgeglichen und durch dünne Bretter von 10 bis 12 Centimeter Breite verbunden, auf welche Art man die in Fig. 46 dargestellte Figur OABC und die Diagonale OB erhält. Hat man nun mit der Schnur die beiden Geraden OA und OB gezogen, welche die Breite der Bretter so genau als möglich in zwei gleiche Hälften theilen, so errichtet man auf OA die Senkrechten, welche die Hängestangen darstellen wie in Fig. 41 und 43, und die Durchschneidungen dieser Senkrechten mit der schiefen OB ergeben die gesuchten Längen.

108. Der Ingenieur, welcher viele Hängebrücken auszuführen hat, könnte die wiederholte Konstrukzion der Werkrisse vermeiden, wenn er ein für allemal eine graphische Tabelle aufstellte, welche nur jene Linien enthielte, die parallel unter sich in Entfernungen von einem und demselben Punkte aus aufgetragen würden und den Größen

$(2^2-2)=2$, $(3^2-3)=6$, $(4^2-4)=12\ldots(n^2-n)$

proporzional sind. Durch diese graphische Tabelle, welche der in Fig. 48 dargestellten gleich wäre, könnte man unmittelbar alle Längen der Hängestangen bestimmen, wenn in ihr eine hinreichende Anzahl von Parallelen enthalten ist. Die Nummern der Stangen werden von der Mitte der Tragkette aus angenommen.

Will man z. B. die Hängestangen einer Brücke mit 24 solcher Stangen verzeichnen, so kommen auf die halbe Tragkette 12 Stangen. Mit Hülfe von Fig. 48 braucht man nur, von der Linie O X angefangen, und auf der zwölften Parallele eine Größe aufzutragen, welche der Summe der Pfeile von den Ketten und der Brückenbahn gleich ist, und man erhält durch die schiefe Linie OB die verlangten Längen der Hängestangen; um jede Länge der Hängestangen zu vervollständigen, braucht man nur zu den durch die Fig. 48 gegebenen Größen eine konstante Größe hinzuzufügen, welche der in AA, (Fig. 43) dargestellten gleich ist.

Für die halben Längen von Tragketten mit 20 oder 24 Stangen trägt man (Fig. 48) die ganzen Pfeile (der Kette und der Brückenbahn) A'B' oder AB auf, um durch die Schiefen OB' und OB die gesuchten Längen der Hängestangen zu erhalten.

Wenn bei einer Brücke von geringer Tragweite der ganze Pfeil im Verhältniß zu der Länge der Brückenbahn beträchtlich fein sollte, so würde es, um die Durchschneidungen unter sehr spitzen Winkeln zu vermeiden, besser sein, den ganzen Pfeil A"B" in zwei gleiche Theile zu zerlegen, wovon alsdann ein Theil über OX nach A"B," und die andere Hälfte unter OX von A" nach A," aufgetragen wird. Die Längen der Stangen sind alsdann zwischen den schiefen Linien OB," und OA," anstatt zwischen der Horizontalen OX und der schiefen Linie OB" enthalten, deren Neigung gegen die Senkrechte zu bedeutend sein würde, als daß nicht unbestimmte Angaben über die wirklichen Stellen der Durchschneidungen, welche die Längen der Hängestangen angeben sollen, entstehen müßten.

109. Wenn in Folge des geringen zur Disposizion habenden Raumes für die Aufzeichnung der Hängestangen der Maßstab der Abscissen so klein wäre, daß die Linien, auf denen man die Länge der ersten Stangen messen soll, zusammenfielen, so müßte man dann nach einem passenden Maßstabe die Aufzeichnung eines andern Risses für diese ersten Stangen vornehmen, die man auf dem Hauptriß nicht ablesen könnte. In Fig. 49 ist dieser Aufriß der ersten Stangen im großen Maßstabe dargestellt, wobei vorausgesetzt worden, daß die Stange Nr. 6, welche hier die letzte, die erste ist, die man auf dem Hauptaufriß deutlich hat ablesen können.

110. Wir haben nun im Vorstehenden die verschiedenen graphischen Methoden angegeben, durch welche man stets in hinlänglichem Maßstabe alle Hängestangen einer Hängebrücke ermitteln kann, auf welcher die Last gleichförmig vertheilt angenommen ist. Wenn wir uns etwas lange bei dieser Verwandlung der Kurven in gerade Linien für die Aufzeichnung der Ordinaten aufgehalten, so geschah dies aus dem Grunde, weil wir im weitern Verlaufe dieser Abhandlung vielfache Anwendungen davon machen. Die meisten dieser Methoden sind, seit mehr als 15 Jahren, durch die Erfahrung

Digitized by Google

fankzionirt worden, und viele der Ingenieure, denen wir sie mitgetheilt, haben solche graphische Tabellen ausgearbeitet, wie in Fig. 48 angegeben worden, deren sie sich jetzt ausschließlich bedienen, sowohl um dadurch die Probleme zu lösen, welche wir bisher in Betrachtung gezogen, als auch um komplizirte Fragen zu beantworten, die bei der Herstellung von Hängebrücken vorkommen, wenn man sich genau Rechenschaft über die Last des ganzen Apparates ablegen will, wie wir es weiter unten thun werden.

111. Um den Aufriß des parabolischen Polygons auf die in Fig. 33 angegebene Methode direkt zu verzeichnen, ist zu bemerken, daß es für den Fall gleich weit entfernter Hängestangen, wenn die an den Enden der Stangen angebrachten Gewichte gleich sind, hinreichend ist, die Größe des totalen Gewichts in die Richtung der letzten Stange (in Fig. 50 P_{10} z. B.) zu bringen, und die schiefe Linie A′O zu ziehen, um in der Richtung jeder Stange den linearen Werth des ganzen dieser Stange korrespondirenden Gewichtes zu erhalten.

Um die Größe des horizontalen Komponenten Q der Spannungen zu bestimmen, ist zu bemerken, daß die Tangente des Winkels, den dieser Komponent mit der Spannweite t_{10} macht, durch die Formel (68)

$$\text{tang } \alpha_{10} = \frac{2\,V_n}{h\,(n-1)}$$

gegeben wird; eine Formel, die in dem uns eigen Falle, wo n = 10 ist, sich folgendermaßen verwandelt:

$$\text{tang } \alpha_{10} = \frac{2\,V_n}{h\,(10-1)}$$

Hier also $(n\,h - h) = (10\,h - h) = (OA - O\,1)$.

Es wird also die Tangente gleich sein dem Verhältniß des Doppelten der Ordinate V_{10} zu dem Theil der Abscisse 1A, beinahe so wie bei der Parabel, wo die Tangente gleich ist dem Verhältniß der Abscisse zu dem Zweifachen der Ordinate. Trägt man also in der Richtung der durch den Scheitel 1 gehenden Senkrechten V_{10} von 1 nach B″ auf, und zieht man die schiefe Linie B″ B, so erhält man als Ausdruck der Tangente α_{10}, denn nach diesem Aufriß (Fig. 50) ist

$$\text{tang } \alpha_{10} = \frac{2\,V_{10}}{10\,h - h} = \frac{B'\,B''}{1\,.\,A}$$

Zieht man dann von dem Ende von P_{10} und parallel mit B″ B die schiefe Linie t_{10}, so wird man auf der Horizontalen einen Punkt bestimmen, der die Größe des beständigen horizontalen Komponenten Q mißt. Wird dieser Werth von Q auf die Horizontale von jeder Senkrechten angefangen aufgetragen, so bestimmt er mit den Werthen von P_1, P_2, P_3 u. s. w. die Schiefen t_1, t_2, t_3 u. s. w., durch welche sich die Seiten des gesuchten Polygons 1, 2, 3 bis 10 verzeichnen lassen.

112. Außer den Ordinaten muß der Ingenieur ebensowohl die Spannungen der Seiten als die Länge dieser Seiten kennen, besonders, wenn die Kette aus Gliedern von eisernen Stangen besteht. In diesem letztern Fall ist besonders die genaue Kenntniß der Länge der Polygonseiten unerläßlich. Gewöhnlich aber, wenn die Kette aus Gliedern von eisernen Stangen bestehen soll, gibt man allen Kettengliedern dieselbe Länge, um Langsamkeit oder Ungenauigkeit in der Fabrikazion zu vermeiden; dann aber sind die Hängestangen nicht mehr gleich weit voneinander entfernt. In diesem Falle ändert die Kurve ihre Eigenschaft, wie wir in der Folge sehen werden.

113. Die graphische Bestimmung der Elemente der parabolischen Kette wird bewirkt nach Anleitung der Paragraphen 55 bis 66 und der Fig. 35, 37 und 38. In dem gegenwärtigen Falle, wo die horizontalen Projekzionen h dieselben Werthe haben und die an allen Scheiteln des Polygons gedachten Gewichte unter sich gleich sind, vereinfacht sich der Aufriß der Fig. 35 und wird wie in Fig. 51, der, wie man weiß, die Werthe der Spannungen und die Längen der Polygonalseiten mit hinreichender Genauigkeit angibt.

Der horizontale Komponent ist durch AB gegeben, und die Gewichte sind auf der Senkrechten BC. Die Spannungen sind dargestellt durch die Schiefen, welche von dem Punkt A ausgehen und an die Senkrechte BC stoßen. Die Längen der Polygonseiten sind durch die Theile dieser Schiefen gegeben, sind aber zwischen dem Punkt A und der Senkrechten B′ C′ enthalten, die von dem Punkt A in einer Länge entfernt ist, welche durch AB′ dargestellt wird und gleich h ist.

114. Die oben angegebenen Resultate sind auf Hängebrücken von geringer Länge anwendbar; wird aber die Tragweite größer, so entwickeln die Gewichte der Hängestangen und der Tragketten, die pro lauf. Meter sich verändern, in den Tragketten Spannungen, die von denen verschieden sind, welche wir weiter oben unter der Bedingung einer gleichmäßigen Vertheilung der ganzen Last bestimmt haben. Die Gleichgewichtskurve modifizirt sich dann und ist von der Parabel darin verschieden, daß sie an den Widerlagspfeilern hohler als die letztere ist;

Digitized by Google

und dieſes Zunehmen in der Krümmung der Ketten, das in dem Einfluß des Gewichtes der Hängeſtangen und Tragketten ſeinen Grund hat, wird dann um ſo bedeutender als das Gewicht der Stangen und Tragketten im Verhältniß zu dem der Brückenbahn größer wird.

Wenn man alſo, nachdem die Berechnungen für eine gedachte parabolische Hängekette aufgeſtellt ſind, eine Brücke errichtet, wo der Einfluß der Tragketten und der Hängeſtangen auf die Geſtalt der Kurve nicht vernachläſſigt werden kann, ſo iſt die Folge davon, daß die Brückenbahn, wenn ſie gelegt worden, in der Nähe der Landfeſten hohl wird, während ſie ſich in der Mitte ihrer Länge über das Niveau erhebt, das ſie nach den Dimenſionen, die aus der Berechnung der Parabel hervorgehen, einnehmen ſoll.

Wir gehen nun zu den Bedingungen über, welche die Polygone der Hängebrücken mit gleich weit entfernten Hängeſtangen erfüllen ſollen, wenn man Rückſicht nimmt auf die veränderlichen Gewichte der Hängeſtangen und der Tragketten. —

IV. Ueber die Form des Gleichgewichtspolygons der Kettenbrücken mit Rückſicht auf das Gewicht der Hängeeiſen und der Tragketten. —

115. In dem hier angenommenen Falle trägt jeder Scheitel des Polygons außer dem Gewicht der Brückenbahn, das als gleichmäßig vertheilt gedacht wird:

1. das Gewicht des ganzen Theils der Kette zwiſchen der ſenkrechten Achſe des Polygons und der Mitte jener Seite, welche ſich unmittelbar jenſeits dieſes Scheitels befindet;

2. das Gewicht aller an dem Polygon angebrachten Hängeſtangen, von der ſenkrechten Achſe an bis zu dem fraglichen Scheitel mit eingeſchloſſen.

116. Bezeichnet man alſo mit

1. P_n die Summe aller gegebenen Gewichte, welche auf die Brückenbahn bis zum Scheitel n wirken, mit Ausnahme des Gewichtes der Tragketten und der Hängeeiſen;

2. Γ_n das Gewicht desjenigen Theils der Kette, welche auf denſelben Scheitel wirkt;

3. Θ_n die Summe des Gewichts aller Hängeeiſen, welches ebenfalls auf dieſen Scheitel n wirkt;

4. Π_n die Summe aller dieſer verſchiedenen auf den Scheitel n wirkenden Gewichte, ſo erhalten wir

$$\Pi_n = (P_n + \Gamma_n + \Theta_n). \quad . \quad . \quad . \quad (70)$$

Dieſes Gewicht iſt in der That dasjenige, das auf den Scheitel n wirkt, und folglich ſowohl die Spannung der Seite, welche unmittelbar an dieſem Scheitel n beginnt, als die Direktion derſelben Seite beſtimmt.

Führt man demnach dieſen Ausdruck des Gewichts in die allgemeine Gleichung (9) ein, indem man als gemeinſchaftlichen Faktor die Größe h ſetzt, welche die Entfernung zwiſchen zwei aufeinander folgenden Stangen darſtellt, ſo wird:

$$V_n = \frac{h}{Q}[(P_1 + \Gamma_1 + \Theta_1) + (P_2 + \Gamma_2 + \Theta_2) + (P_3 + \Gamma_3 + \Theta_3) + \ldots + (P_{n-1} + \Gamma_{n-1} + \Theta_{n-1})] = \frac{h}{Q}[\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3 + \ldots + \Pi_{n-1}]. \quad (71)$$

Der vorſtehende Ausdruck läßt ſich jedoch auch in eine andere Form bringen, durch welche wir den Einfluß der verſchiedenen auf die Tragkette wirkenden Gewichte noch beſſer kennen lernen.

Stellen wir die Gewichte von gleicher Beſchaffenheit zuſammen, ſo wird

$$V_n = \frac{h}{Q}\left\{\begin{array}{l}(P_1 + P_2 + P_3 + \ldots + P_{n-1}) + \\ + (\Gamma_1 + \Gamma_2 + \Gamma_3 + \ldots + \Gamma_{n-1}) + \\ + (\Theta_1 + \Theta_2 + \Theta_3 + \ldots + \Theta_{n-1}) +\end{array}\right\} \quad . \quad . \quad (72)$$

Der Werth von V_n iſt demnach jetzt auf eine Zuſammenzählung der Gewichte zurückgeführt worden.

117. Die erſte Reihe in der Parentheſe iſt $(P_1 + P_2 + P_3 + \ldots + P_{n-1})$; ſie beſteht aus gleichen Gewichten wie in dem parabolischen Falle, und jeder Ausdruck P_n kann dargeſtellt werden durch

$$P_n = np \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (73)$$

118. Das Gewicht der Tragkette Γ_n iſt ſchwieriger mit Genauigkeit zu berechnen, denn die Figur und die Länge der Tragkette hängen von dem Gewicht derſelben ab und umgekehrt.

Da aber nun das Geſuchte gerade die Form der Kurve der Tragkette, d. h. die unbekannte Größe des Problems iſt, ſo bleibt nichts anderes übrig als dieſe Kurve und folglich das Gewicht der Tragkette als Funktion der Gegebenen des Problems darzuſtellen und dann dieſen neuen Ausdruck in den des geſuchten Gewichtes zu ſubſtituiren; eine Operazion, welche ſehr langwierig wäre und ſehr mühſame Berechnungen erforderte, die aber abgekürzt werden kann, wenn man darauf achtet, daß es im Allgemeinen, da das Gewicht der Hängeeiſen und der Tragkette ſehr gering iſt gegen das ganze Ge-

Digitized by Google

wicht der Brückenbahn und der darüber befindlichen Last, in der Praxis gleichgültig erscheint die parabolische Kurve anstatt der wirklichen Gleichgewichtskurve für die Berechnung des Gewichts der Tragketten und der Hängeeisen anzunehmen.

119. Von dieser Hypothese ausgehend, daß die Tragkette parabolisch ist, verschwinden die schwierigen und langdauernden Berechnungen, und der Ausdruck des Gewichtes der Tragkette reducirt sich auf die Länge eines parabolischen Bogens multiplicirt mit dem Gewicht der Längeneinheit dieser Tragkette. Nun ist die Länge der parabolischen Kurve, von dem tiefsten Punkt bis zum Scheitel n gemessen, nach der Formel (50)

$$L_n = \left\{ H_n + \frac{2}{3}\frac{V^2_n}{H_n} \right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (74)$$

Dieser Ausdruck von L_n aber muß als Funktion der zwei Variabeln V_n und H_n der Art modificirt werden, daß er nur eine der Koordinaten enthält. Aus der Gleichung (35), welche ist:

$$V_n = \frac{\pi}{2Q}(n^2 - n)\,h^2$$

leiten wir ab für den Werth des Verhältnisses $\frac{V^2_n}{H_n}$, indem wir annehmen $(n^2-n)\,h^2 = H^2_n$,

$$\frac{V^2_n}{H_n} = \frac{\pi^2}{4Q^2}\frac{H^2_n}{H_n} = \frac{\pi^2 H^2_n}{4Q^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (75)$$

Die obige Gleichung von V_n gibt aber auch folgenden Ausdruck:

$$\frac{\pi^2}{4Q^2} = \frac{V^2_n}{H^2_n}.$$

Da dieses Verhältniß das richtige für alle Scheitel n des Polygons ist, so paßt es auch für den letzten Scheitel, dessen Koordinaten V u. H sind. Es wird dann

$$\frac{\pi^2}{4Q^2} = \frac{V^2_N}{H^2_N} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (76)$$

Substituiren wir diesen letzten Werth in die Gleichung (75), so erhält man zuletzt

$$\frac{V^2_n}{H_n} = \left(\frac{V^2_N H^2_n}{H^2_N}\right) \quad . \quad . \quad . \quad (77)$$

Ersetzen wir dann in der Gleichung (74) das Verhältniß $\frac{V^2_n}{H_n}$ durch sein oben (77) gefundenes Aequivalent, so erhalten wir als gesuchtes Resultat:

$$L_n = \left(H + \frac{2}{3}\cdot\frac{V^2_N}{H^2_N}\cdot H^2_n\right) \quad . \quad (78)$$

Wie man weiter oben gesehen, haben wir $(n^2-n)\,h^2$ durch H^2_n ersetzt, was etwas geringer ist als dieser erste Werth; da aber der daraus hervorgehende Fehler in der Praxis die Resultate, die man erhalten will, und welche hier das Zunehmen des Gewichtes der Ketten sind, die den Vermehrungen von n korrespondiren, nicht wesentlich modificirt, so haben wir die Einfachheit der Formeln einer Genauigkeit vorgezogen, welche ohne praktische Bedeutung ist. Wir setzen aus demselben Grunde, indem wir die Werthe von H_n als Funktion der einzigen Variabeln n in der Gleichung (78) herstellen, $H_n = nh$ und nicht $H_n = \left(n - \frac{1}{2}\right)h$, was der genaue Werth ist; zumal das Glied $\frac{1}{2}$ in dem Faktor der Parenthese, das gegen n sehr schwach ist, den großen Nachtheil hat, die Formel ohne Nutzen für die Anwendung zu kompliciren.

Die Formel (78) wird endlich, und bloß für den uns beschäftigenden Fall

$$L_n = \left[n\,h + \frac{2}{3}\frac{V^2_N}{H^2_N}\,n^2\,h^2\right] \quad . \quad . \quad (79)$$

Das Gewicht Γ_n dieses Theils der Kette wird sein, wenn wir mit γ das Gewicht der Längeneinheit dieser Kette bezeichnen

$$\Gamma_n = \gamma\,L_n = \gamma\left[n\,h + \frac{2}{3}\frac{V^2_N}{H^2_N}\,n^2\,h^2\right] . \quad (80)$$

Dies ist der Ausdruck von Γ_n, der in den oben gegebenen Ausdruck (72) der Ordinate V_n des wirklichen Gleichgewichtspolygons eingeführt werden muß. Um diesen Ausdruck zu vervollständigen, bleibt nichts anderes übrig als in ihn den Werth Θ des Gewichtes der Hängeeisen als Funktion der Gegebenen des Problems einzuführen.

120. Es seien (Fig. 52) ab, gh zwei nahe aneinander liegende Hängeeisen, die wie die übrigen Hängeeisen um h voneinander entfernt sind; nehmen wir an, daß die Stange ab, welche eine cylindrische Form hat, sich in Gedanken in eine Blechtafel verwandele, die sich rechts und links von ihrer ursprünglichen Achse um $\frac{h}{2}$ ausdehnt, so daß diese Blechtafel eine Breite h einnimmt, die ursprüngliche Höhe der Stange aber beibehält.

Die Oberfläche e a f k' b e' c ist dieser Blechplatte wird das Aequivalent sein der Fläche c a d d' b c' e zwischen den Mittellinien der beiden Zwischenräume, welche die Stange ab von ihren beiden benachbarten Stangen trennen. Wir sagen Aequivalent, weil die beiden Kurvenlinien c d, c' d', welche durch die beiden Enden der in Rede stehenden Hängestangen gehen, als zwei Gerade betrachtet werden können. Bezeichnet man nun durch ω das Gewicht des laufenden Meters der Hängestange, so wird das

Digitized by Google

Gewicht einer Stange gleich sein der Länge dieser Stange, multiplicirt durch das Gewicht der Längeneinheit, oder =

$$(V_n + f_n + D) = \ldots\ldots (81)$$

und wenn man durch ω' das Gewicht des Quadratmeters Blech darstellt, das man durch das Auswalzen der Stange erhalten würde, wenn die letztere ihre ursprüngliche Länge beibehielte und die Blechtafel gleich stark und deren Breite = h wäre, so würde man haben, da die Stange während des Auswalzens ihr Gewicht nicht verändert hat:

$$(V_n + f_n + D)\,\omega = (V_n + f_n + D)\,h\,\omega' \quad (82)$$

Wendet man dasselbe Raisonnement auf jedes Hängeeisen an, so sieht man, daß das Gewicht aller Stangen gleich ist der Oberfläche zwischen den beiden Kurvenlinien, der obern und untern, und den beiden Linien, wovon jede durch $\frac{h}{2}$ der äußern Stangen geht, vermehrt mit dem Gewicht ω' des Quadratmeters einer Blechfläche, die wir auf die oben bezeichnete Weise erhalten haben. Bezeichnet man diese Oberfläche durch S, so hat man für das Totalgewicht der Stangen, das wir durch Ω' darstellen

$$S\,\omega' = \Omega' \quad \ldots\ldots (83)$$

Nun ist die gesuchte Fläche augenscheinlich dieselbe, welche zwei Parabeln begrenzen würde; die der Brückenbahn kann parabolisch und die wirkliche Gleichgewichtskurve in dem unsrigen Falle durch eine Parabel ersetzt werden. Wir wissen aber, daß die Fläche zwischen der Parabel und der Achse der x gleich ist $\frac{1}{3}$ des Rechteckes, das über den Koordinaten konstruirt wird. Es hat also nach dem oben Gesagten in Fig. 53 die ganze Oberfläche O B B′ O′ als Maß:

$$(\tfrac{1}{3}\,X\,Y + X\,D + \tfrac{1}{3}\,X\,F) = [\tfrac{1}{3}\,X\,(Y + F) + X\,D] \quad \ldots\ldots (84)$$

und folglich wird das Totalgewicht der Hängeeisen:

$$[\tfrac{1}{3}\,X\,(Y + F) + X\,D]\,\omega' = \Omega' \quad \ldots (85)$$

Da hier der Theil des durch $(X\,D\,\omega')$ dargestellten Totalgewichts konstant ist, so kann man ihn in die Reihe der Gewichte P_n einrücken, welche ein Theil der Brückenbahn sind, so daß das Gewicht der Stangen auf den allein variabeln Theil zurückgeführt wird, und die Gleichung (83) wird, wenn man mit Ω dieses Gewicht bezeichnet, das nach der Länge der Brückenbahn veränderlich ist:

$$(\tfrac{1}{3}\,X\,(Y + F)\,\omega') = \Omega \quad \ldots\ldots (86)$$

Der Werth des Gewichtes des Quadratmeters Blech, welches durch das Auswalzen der Stangen entsteht, wird sein:

$$\omega' = \frac{\Omega}{\frac{1}{3}\,X\,(Y + F)} \quad \ldots\ldots (87)$$

Für eine den Koordinaten y, x und f entsprechende Oberfläche wird das Gewicht der Hängeeisen sein:

$$\tfrac{1}{3}\,x\,(y + f)\,\omega' = \frac{\frac{1}{3}\,x\,(y + f)\,\Omega}{\frac{1}{3}\,X\,(Y + F)} = \Omega_n \quad \ldots (88)$$

In der Parabel hat man aber auch, wenn man beachtet, daß in dem Fall, wo die Achse senkrecht ist, die x die y der gewöhnlichen Formeln werden, und umgekehrt:

$$x^2 = a\,y, \text{ woraus } y = \frac{x^2}{a} \text{ und } a = \frac{x^2}{y}.$$

Dieses Verhältniß a besteht für alle Punkte der Kurve und ist folglich auch entsprechend der Grenze, für welche $x = H_n$, $y = V_n$; mithin

$$a = \frac{H^2_n}{V_n},$$

und folglich

$$y = \frac{V_n\,x^2}{H^2_n},$$

für die obere Kurve, also für diejenige, welche die Tragketten bilden; und wegen der Analogie

$$f = \frac{F\,x^2}{H^2_n}$$

für die untere Kurve der Brückenbahn.

Bezeichnet hier F den ganzen Pfeil der Krümmung der Brückenbahn, $V_n = Y$ den Pfeil der Tragkette, und $H_n = X$ die halbe Sehne der Tragkette, welche ebenfalls gleich der halben Länge der Brückenbahn ist, und ersetzen wir in der Gleichung (88) y und f durch ihre Werthe, die wir so eben bestimmt haben, so wird:

$$\Omega_n = \frac{x\left(\frac{V_n\,x^2}{H^2_n} + \frac{F\,x^2}{H^2_n}\right)\Omega}{H_n\,(V_n + F)} = \frac{x^3}{H^3_n}\,\Omega. \quad \ldots (89)$$

In der That, wenn $x = H_n$, so wird das Gewicht Ω_n gleich dem Totalgewicht, wie es auch sein muß. Um aber diesen Werth in unsere Formel einzuführen, ist es nothwendig, die Nummer der Stange zu bezeichnen, denn es darf nicht vergessen werden, daß wir mit einem Polygone und nicht mit einer Kurve operiren. Setzt man also

$$x^3 = n^3\,h^3$$

so hat man

$$\frac{\Omega_n}{\Omega} = \frac{n^3\,h^3}{H^3_n} \quad \ldots\ldots (90)$$

Dieses Verhältniß muß gleich sein der Einheit, wenn n die Nummer der letzten Stange bezeichnet.

Digitized by Google

121. Der Ausdruck (72), welcher der des Werthes einer Stange des neuen Polygons ist, wird, wenn man darin die drei Reihen, woraus das zweite Glied besteht, durch ihre aus (73) für die erste, aus (80) für die zweite und endlich aus (90) für die dritte Reihe abgeleiteten Werthe ersetzt. Dieser Ausdruck wird also:

$$V_n = \frac{h}{Q}\left\{\begin{array}{l} p\,[1+2+3+4+\ldots.+(n-1)]\ + \\ +\gamma\,h\,[1+2+3+4+\ldots.+(n-1)]\ + \\ +\frac{2_7 V^2_8}{3 H^3_8}\,h^2\,[1^2+2^2+3^2+4^2+\ldots+(n-1)^2]\ + \\ +\frac{\Omega\,h^3}{H^3_8}\quad [1^3+2^3+3^3+4^3+\ldots+(n-1)^3]\ + \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (91)$$

Um den Werth von V_n zu erhalten, muß man die obige Summirung vornehmen. Zu diesem Zwecke stellen wir wie vorher durch

$$\Sigma^{n-1}\ (a)$$

die Summe aller Glieder dar, in welchen (a) alle Werthe von Null bis (n—1) eingeschlossen annimmt. Setzen wir ferner:

$$\left.\begin{array}{c} (p+\gamma h) = A \\ \left(\frac{2_7 V^2_8}{3 H^3_8}+\frac{\Omega}{H^3_8}\right) h^2 = B\,h^2 \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots (92)$$

so wird die vereinfachte Gleichung (91)

$$V_n = \frac{h}{Q}\left[A\,\Sigma^{n-1}(n) + B\,h^2\,\Sigma^{n-1}(n^2)\right] \quad \ldots (93)$$

und die partiellen Summirungen

$$\left.\begin{array}{l} \Sigma^{n-1}(n) = \frac{n^2-n}{2} \\ \Sigma^{n-1}(n^2) = \frac{n^3-2n^2+n^2}{4} \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots (94)$$

vornehmend, so erhält man

$$V_n = \frac{h}{Q}\left[A\left(\frac{n^2-n}{2}\right) + B\,h^2\left(\frac{n^3-2\,n^2+n^2}{4}\right)\right] (95)$$

Dies ist der Ausdruck (95) des Werthes einer Ordinate des wirklichen Gleichgewichtspolygons.

122. Ordnen wir nun im Verhältniß zu der Veränderlichen n, so erhalten wir eine Gleichung mit vier Gliedern, welche folglich vier Operazionen erheischen würde, um den numerischen Werth einer Ordinate zu bekommen. Diese Gleichung aber, welche streng genommen angewendet werden müßte, um die Ordinaten der Scheitel des wirklichen Gleichgewichts-Polygons kennen zu lernen, ist für die gewöhnlichen Bedürfnisse der Praxis etwas verwickelt, aus welchem Grunde wir auch eine Veränderung damit vornehmen werden, durch welche sie vereinfacht wird, indem man sie auf Glieder reduzirt, deren Berechnung nicht schwierig ist, besonders wenn man die graphische Methode anwendet, die wir weiter oben schon angegeben haben, und auf welche wir in der Folge mehr in Detail zurückkommen werden.

Um diese Gleichung (95) zu vereinfachen, ist bemerklich zu machen, daß man, da nichts den Werth von h begrenzt, diese Größe durch alle Formen der Gleichungen passiren lassen kann; nur wenn h unendlich klein wird, wird n unendlich groß, und das Polygon verschwindet, um einer Krümmung zu weichen, welche das horizontale Element des Polygons berührt, das durch einen endlichen Werth von h gegeben ist.

Man hat also statt eines Polygons eine Kurve, und da diese Kurve in den Anwendungen, wo der Werth von h wenig von der Einheit abweicht, mit dem Polygon nicht wesentlich differirt, so kann man als Ordinaten des Polygons die auf die Kurve korrespondirenden annehmen.

123. Anstatt die Koordinaten des wirklichen Gleichgewichtspolygons durch die der wirklichen Gleichgewichtskurve korrespondirenden Koordinaten zu ersetzen, läßt sich eine andere auf folgende Betrachtungen gegründete Methode anwenden:

Die Unterschiede zwischen den Ordinaten der Parabel und der wirklichen Gleichgewichtskrümmung sind bis auf ein sehr Geringes den korrespondirenden Differenzen zwischen den Ordinaten des parabolischen Polygons, das mit dem Werth von h konstruirt ist, und den korrespondirenden Ordinaten des wirklichen Gleichgewichtspolygons gleich.

Wenn man also, nachdem die Ordinaten des parabolischen Polygons, der Funkzion von h, berechnet worden, die Differenzen, die zwischen den Ordinaten der Parabel und denen der wirklichen Gleichgewichtskurve bestehen, mit ihren Zeichen hinzufügt, so darf man sicher sein, die Ordinaten des wirklichen Gleichgewichts-Polygons mit aller nur wünschenswerthen Genauigkeit zu erhalten.

Betrachten wir diese beiden Methoden etwas näher, indem mir 1. die Ordinaten der wirklichen Gleichgewichtskurve direkt und 2. sowohl die Ordinaten des

Digitized by Google

parabolischen Polygons und die Differenzen zwischen der Parabel und der wirklichen Gleichgewichtskurve berechnen.

Setzen wir dann jede Ordinate mit der korrespondirenden Differenz hinzu, so erhalten wir die korrespondirende Ordinate des wirklichen Gleichgewichtspolygons.

124. Nehmen wir die Gleichung (95) wieder auf und gehen in dem Verhältniß von n vor, so wird

$$V_x = \frac{h}{4Q}\left[Bh^3.n^3 - 2Bh^3.n^3 + (Bh^3 + 2A)\,n^2 - \right.$$
$$\left. - 2A.n\right] \ldots\ldots\ldots (96)$$

Setzen wir dann zur Abkürzung

$$\left.\begin{aligned}\left(\frac{Bh^3}{4Q}\right) &= A_1\\ \left(\frac{Bh^3}{2Q}\right) &= B_1\\ \left(\frac{Bh^3}{4Q} + \frac{Ah}{2Q}\right) &= C_1\\ \left(\frac{Ah}{2Q}\right) &= D_1\end{aligned}\right\} \ldots\ldots (97)$$

so wird die in ihrer Form vereinfachte Gleichung (96) die folgende sein:

$$V_x = [A_1 n^3 - B_1 n^2 + C_1 n^2 - D_1 n] \ldots (98)$$

Wollte man diese Gleichung direkt auflösen, so würde das ein zu langwieriges und ermüdendes Mittel sein, als daß es der Ingenieur anders als in höchst seltenen Fällen anwenden könnte; auch rathen wir, in der Anwendung direkt nur die Koeffizienten zu berechnen und alsdann durch den graphischen Calcul alle Werthe der verschiedenen Ausdrücke des zweiten Gliedes abzuleiten.

Der einzige Einwand, den man der Anwendung dieses Verfahrens entgegensetzen könnte, würde nur in der Größe der Dimensionen des Werkrisses bestehen, über die man müßte verfügen können, um vier Dreiecke zu konstruiren, deren Seiten eine sehr bedeutende Länge einnehmen müßten. Nun werden wir aber sehen, daß von diesen vier Seiten nur eine einzige im großen Maßstabe (natürliche Größe, wenn möglich) zu sein braucht, während die übrigen sich auf einem gewöhnlichen Bogen Papier aufzeichnen lassen. Wir setzen uns zu diesem Zweck über die relative Größe der Koeffizienten ins Klare.

Nach den Gleichungen (97) und (92) haben wir

$$\left.\begin{aligned}A_1 &= \left(\frac{h^3}{4Q}B\right) = \left\{\frac{h^3}{1Q}\left[\left(\frac{2\gamma V^2_x}{3H^3_x}\right) + \frac{\Omega}{H^3_x}\right]\right\}\\ B_1 &= \left(\frac{h^3}{2Q}B\right) = \left\{\frac{h^3}{2Q}\left[\left(\frac{2\gamma V^2_x}{3H^3_x}\right) + \frac{\Omega}{H^3_x}\right]\right\}\\ C_1 &= \left(\frac{h^3}{4Q}\right)B + \left(\frac{h}{2Q}\right)A = \left\{\frac{h^3}{1Q}\left[\left(\frac{2\gamma V^2_x}{3H^3_x}\right) + \left(\frac{\Omega}{H^3_x}\right)\right] + \frac{h}{2Q}(p+\gamma h)\right\}\\ D_1 &= \left(\frac{h}{2Q}A\right) = \left\{\frac{h}{2Q}(p+\gamma h)\right\}\end{aligned}\right\} \ldots\ldots (99)$$

125. Wir machen nun eine annähernde Berechnung der größten relativen Werthe, welche die Glieder der Gleichung (98) annehmen können.

126. Erstes Glied $A_1 n^3$. Wir multipliziren den Werth des aus den Gleichungen (99) abgeleiteten Koeffizienten A durch n^3:

$$A_1 n^3 = \left[\frac{n^3 h^3}{4Q}\left\{\left(\frac{2\gamma V^2_x}{3H^3_x}\right) + \left(\frac{\Omega}{H^3_x}\right)\right\}\right]. (100)$$

Da es sich hier nur um eine Annäherung handelt, so nehmen wir zur Abkürzung und zur besseren Hervorhebung der Einflüsse der verschiedenen Zeichen:

$$n^3 h^3 = H^3_x,$$

was sich in den gewöhnlichen Fällen, wo H_x vor h sehr groß wird, sehr wenig von der Wahrheit entfernt.

Man erhält:

$$A_1 n^3 = \left[\left(\frac{2\gamma V^2_x}{6Q}\right) + \left(\frac{H_x\,\Omega}{4Q}\right)\right] =$$
$$= \left\{\left(\frac{V^2_x}{6}\,\frac{\gamma}{Q} + \frac{H_x}{4}\,\frac{\Omega}{Q}\right)\right\} \ldots\ldots (a)$$

Nun ist in der Praxis γ, das Gewicht eines laufenden Meters der Kette, im Verhältniß des horizontalen Komponenten Q ziemlich schwach, und derselbe Fall ist es mit dem Gewicht Ω von allen Hängestangen.

Um die Begriffe festzustellen, nehmen wir die folgenden numerischen Mittel an:

Q gleich dem horizontalen Spannungskomponenten = 2,6 P, wenn P das Totalgewicht der Brücke darstellt,

Digitized by Google

$$\left.\begin{aligned} \gamma &= \tfrac{P}{300} \text{ bei einer gewöhnlichen Brücke} \\ \Omega &= \tfrac{P}{6} \quad \text{„} \\ V_s &= 8^m00 \quad \text{„} \\ H_s &= 50^m00 \quad \text{„} \\ p &= 1200^{Kil.} \quad \text{„} \\ P &= 60000^{Kil.} \quad \text{„} \\ h &= 1^m00 \quad \text{„} \end{aligned}\right\} \quad . . (b)$$

Ziffern, deren relativen Werthe hinreichend genau sind, um einen Begriff von dem Einfluß eines jeden Gliedes der Gleichung (98) auf den definitiven Werth der Ordinate V_n zu erhalten.

Die Gleichung (a) wird

$$A_1 n^3 = \left\{\frac{V^2{}_s P}{6\times 300\,Q}\right\} + \left\{\frac{H_s P}{1\,Q\times 6}\right\} = \left(\frac{V^2{}_s}{6\times 300\times 2{,}8}\right) + \\ + \left(\frac{H_s}{1\times 6\times 2{,}6}\right) = \left\{\frac{61}{1680}\right\} + \left\{\frac{50}{62{,}4}\right\} \quad . . (c)$$

In den gewöhnlichen Fällen der Anwendung also gestattet der Werth des Gliedes $n^3 A_1$, da es kleiner als die Einheit in ihrem Maximum ist, die Bestimmung aller Werthe vermittelst der Aufzeichnung auf einem gewöhnlichen Bogen Papier.

Wir werden sogleich sehen, wie es möglich ist, den größten Theil der Werthe dieses Gliedes durch eine einfache graphische Interpolazion zu erhalten, welche mittelst einiger direkt bestimmten Werthe von $n^3 A$ ausgeführt sind.

127. Gehen wir jetzt zu dem zweiten Gliede — $B_1 n^3$ über. Der (99) gefundene Ausdruck von B_1 multiplicirt durch n^3 wird:

$$B_1 n^3 = n^3 h^2 \left\{\frac{h}{2\,Q}\left(\frac{2\,\gamma\,V^2{}_s}{3\,H^2{}_s} + \frac{\Omega}{H^2{}_s}\right)\right\} \quad . (d)$$

und vereinfacht man die Zeichen und ersetzt sie durch ihre numerischen Werthe, so erhält man

$$B_1 n^3 = \frac{h}{2\,Q}\left(\frac{2\,\gamma\,V^2{}_s}{3\,H_s} + \Omega\right) = \left(\frac{\gamma\,V^2{}_s}{3\,Q\,H_s} + \frac{\Omega}{2\,Q}\right) = \\ = \left(\frac{64}{117000} + \frac{1}{31{,}20}\right) \quad . . . . . (e)$$

ein augenscheinlich sehr geringer Werth, den man auch durch die graphischen Methoden auf einem Bogen Papier erhalten könnte.

Gehen wir jetzt zu dem dritten Gliede über.

128. Drittes Glied $C_1 n^2$.

Der (99) gegebene Ausdruck des Koeffizienten dieses Gliedes ist der folgende, nachdem er durch n^2 multiplicirt worden:

$$n^2 C_1 = \left[n^2 h^2 \left\{\frac{h^2}{1\,Q}\left(\frac{2}{3}\,\frac{\gamma\,V^2{}_s}{H^2{}_s} + \frac{\Omega}{H^2{}_s}\right)\right\} + \right. \\ \left. + \frac{h}{2\,Q}(p + \gamma h)\,n^2\right] \quad . . . . . (f)$$

Prüft man aufmerksam den Werth dieses Koefficienten von n^2, so findet man ihn aus zwei Gliedern zusammengesetzt, deren eines im Verhältniß zum andern sehr groß ist; reducirt man, so erhält man für $n h = H$, an der praktischen Grenze

$$n^2 C_1 = \left[\frac{h^2}{1\,Q}\left(\frac{2}{3}\,\frac{\gamma\,V^2{}_s}{H^2{}_s} + \frac{\Omega}{H_s}\right) + \frac{H_s}{2\,Q}(P + \gamma H_s)\right] \\ . . . . (g)$$

Setzt man dafür die entsprechenden Werthe und reducirt, so erhält man

$$n^2 C_1 = \left\{\left(\frac{61}{11700000} + \frac{1}{3120}\right) + \left(\frac{50}{5.2} + \frac{2800}{1560}\right)\right\} \quad . (h)$$

Es ist also das erste Glied in Parenthese viel schwächer als das zweite.

129. Wendet man hier die Methode der graphischen Auflösung an, wie sie durch die anderen Glieder in n^3 u. n^2 gezeigt worden ist, so sieht man, daß es wegen der Größe des zweiten Gliedes eines großen Werkrisses bedarf. Um ihn zu isoliren, nehmen wir den Koefficienten C_1 und setzen:

$$\left.\begin{aligned} C_1 &= (c' + c'') \\ \text{Und } c' &= \frac{h^2}{4\,Q}\left(\frac{2\,\gamma\,V^2{}_s}{3\,H^2{}_s} + \frac{\Omega}{H^2{}_s}\right) \\ c'' &= \frac{h}{2\,Q}(p + \gamma h) \end{aligned}\right\} \quad . . . (i)$$

Wir erhalten dann

$$n^2 C_1 = n^2 c' + n^2 c'' = \left[n^2 \frac{h^2}{4\,Q}\left(\frac{2\,\gamma\,V^2{}_s}{3\,H^2{}_s} + \frac{\Omega}{H^2{}_s}\right) + \right. \\ \left. + \frac{n^2 h}{2\,Q}(p + \gamma h)\right] \quad . . . . . (k)$$

Das letzte Glied in Parenthese ist gleich dem Faktor von n des vierten Gliedes der allgemeinen Gleichung (98); kombiniren wir folglich die beiden letzten Glieder der allgemeinen Gleichung, so erhalten wir, wenn wir bedenken, daß hier $c'' = D$, oder gleich dem Koeffizienten des vierten Gliedes der allgemeinen Gleichung:

$$(C_1 n^2 - D_1 n) = (c' n^2 + D_2 n^2 - D_2 n) = c' n^2 + \\ + D_1 (n^2 - n) \quad . . . . . (l)$$

Hierbei sieht man, daß es mittelst eines kleinen graphischen Risses möglich ist, das Glied $c' n^2$ noch weiter aufzulösen.

Was das Glied $D_1 (n^2 - n)$ betrifft, so gibt es den

Digitized by Google

größten Werth des Risses, weil dieses Glied $D_1 (n^2-n)$ an der äußersten praktischen Grenze den Werth hat:

$$D_1 (n^2-n) = \left[\left(\frac{50}{5,2}+\frac{50}{31,2}\right)-\left(\frac{1}{5,2}+\frac{1}{31,20}\right)\right] . \quad (m)$$

Ein verhältnißmäßig sehr großer Werth.

130. Nach diesem Gliede $D_1 (n^2-n)$ also sind alle Werthe in großem Maßstabe, in natürlicher Größe, wenn es möglich ist, zu konstruiren.

Hierzu setzen wir in dem Gliede $D_1 (n^2-n)$ den Werth des Koeffizienten und erhalten alsdann

$$\frac{h}{2\,Q}(p+\gamma h)(n^2-n) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (o)$$

Man sieht, daß er identisch ist dem Ausdruck der parabolischen Ordinate (34), wenn dort $(p+\gamma h)$ statt p gesetzt wird; das heißt mit andern Worten, das ganze Gewicht der Gleichung (o) besteht erstlich aus dem Gewicht p der Brückenbahn, welche in der Länge h begriffen ist, und aus dem Gewicht eines Theils der Kette, welche ebenfalls dem Raum h zwischen zwei Stangen gleich ist.

Das Glied (o) ist also das Hauptglied, und die andern zeigen die Modifikazionen an, welche für die Ordinaten der Parabel aus dem veränderlichen Gewicht der Stangen und Ketten hervorgehen.

Was die Glieder $n^3 A_1$, $n^2 B_1$ und $n^2 c'$ oder $n^2 (C_1 - D_1)$ betrifft, deren Werthe sehr gering sind, so erhält man sie mit aller wünschenswerthen Genauigkeit mit Hülfe von Rissen, die man auf Blätter Papier von gewöhnlichen Dimensionen in dem Arbeitszimmer zeichnet.

In dem zweiten Theil dieser Arbeit, der in Gestalt eines Vademecum ein Resumé aller hier gegebenen Formeln enthalten soll, wird man sehen, wie leicht und einfach die Auflösung dieser Formeln mittelst der gemischten Berechnung ist, die aus der direkten Berechnung und der graphischen Darstellung der äquidistanten Werthe von n^3 besteht, welche letztern eine gewisse Anzahl von Ordinaten in sich fassen, deren Längen durch eine graphische Interpolazion bestimmt werden.

131. Gehen wir nun über zur Untersuchung der wirklichen Gleichgewichtskurve, die in gewissen Fällen dem wirklichen Gleichgewichtspolygon substituirt werden kann.

Hierzu beziehen wir uns auf die Gleichung (93). Ist diese Gleichung für alle Größen von h richtig, so muß sie auch dann noch gelten, wenn h einen unendlich kleinen Werth hat, in welchem Fall sich das Polygon in eine Kurve verwandelt.

Um aber h in der Gleichung (93) veränderlich zu machen und seinen Einfluß auf die Glieder der allgemeinen Gleichung zu würdigen, muß nicht nur dieses Zeichen, sondern auch der Buchstabe n beleuchtet werden, dessen Werth mit dem von h verbunden ist, indem der eine sich umgekehrt wie der andere verändert.

132. Da die Kurve unabhängig von der Biegsamkeit der Kette eine ununterbrochene Vertheilung des Totalgewichtes voraussetzt, so muß das Gewicht p, welches selbstverstanden h einschließt, durch den äquivalenten Ausdruck $\pi\, h = p$ ersetzt werden, wo π das auf den laufenden Meter der Horizontalen vertheilte Gewicht bedeutet.

Bringt man den Faktor h wieder in die Parenthese und setzt für A seinen Werth (92), so erhält man die Gleichung (93) so:

$$V_n = \frac{1}{Q}\left[(\pi+\gamma)\, h^2\, \Sigma^{n-1}(n) + B\, h^1\, \Sigma^{n-1}(n)^2\right] \; . \; (101)$$

Diese Gleichung ist noch die der Ordinaten des Polygons; wenn man aber, nachdem alle von ihr angezeigten Summirungen geschehen sind, alle Glieder wegschafft, wo h nicht in demselben Grade mit n verbunden ist, so hat man statt des Polygons eine Kurve oder ein Polygon mit unendlich kleinen Seiten.

Man bemerkt, wie schon früher gelegentlich des parabolischen Polygons, daß irgend ein Glied der Formel

$$h^{\alpha+1}\, \Sigma^{n-1}(a)^{\alpha},$$

nach der Summirung so heißt:

$$\frac{h(\alpha+1)\, n^{(\alpha+1)}}{\alpha+1} + \frac{h(\alpha+1)\, n^{\alpha}}{\beta} + \frac{h^{(\alpha+1)} n^{(\alpha-1)}}{\delta} + \text{ꝛc.}$$

Läßt man h unendlich klein werden, so erhält man

$$hn = x,$$

und der vorige Ausdruck verwandelt sich in:

$$h^{(\alpha+1)}\, \Sigma^{n-1}(a)^{\alpha} = \frac{x^{(\alpha+1)}}{(\alpha+1)} + \frac{hx^{\alpha}}{\beta} + \frac{h^2 x^{(\alpha-1)}}{\delta} + \text{ꝛc.}$$

Da aber h unendlich klein ist, so verschwinden auch die Glieder, deren Faktor h ist, und wir erhalten

$$h^{\alpha+1}\, \Sigma^{n-1}(a)^{\alpha} = \frac{x^{\alpha+1}}{\alpha+1}$$

Wendet man dies auf alle Glieder der Formel (101) an, so erhält man für den Ausdruck der Ordinate V_x, wo x die dieser Ordinate entsprechende Abscisse bezeichnet:

$$V_x = \frac{1}{Q}\left[(\pi+\gamma)\frac{x^2}{2} + B\,\frac{x^4}{4}\right] . \; . \; (102)$$

Digitized by Google

Mithin hat die unendliche Kleinheit von h zwei Ausdrücke des zweiten Gliedes der Gleichung des Polygons wegfallen lassen. Es ist dies (102) die Gleichung der wirklichen Gleichgewichtskurve.

133. Behufs der praktischen Anwendung muß man die Werthe von V, für die dem Ausdruck h entsprechenden Zunehmenden x erhalten; das heißt, setzt man

$$x = \left(n h - \frac{h}{2}\right) = h\left(n - \frac{1}{2}\right),$$

wo die Abseisse x selbst aus zwei Faktoren besteht, aus dem konstanten h und dem pro Einheit wachsenden n, so erhält man statt der Gleichung (102) folgende:

$$V_n = \frac{1}{Q}\left[(\sigma+\gamma)\frac{h^2}{2}\left(n-\frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{B\,h^4}{4}\right)\left(n-\frac{1}{2}\right)^4\right] \quad \ldots \ldots (103)$$

und setzt man für die Koefficienten ihre Werthe:

$$V_n = \frac{1}{Q}\left[\left(\frac{\pi+7}{2}\right)h^2\left(n-\tfrac{1}{2}\right)^2 + \left(\tfrac{1}{6}\frac{\gamma V^2_n}{H^2_n} + \frac{\Omega}{4H^2_n}\right)h^2\left(n-\tfrac{1}{2}\right)^4\right]. \quad \ldots \ldots (104).$$

Um die relativen Werthe der beiden letzten Ausdrücke des zweiten Gliedes dieser letzten Gleichung kennen zu lernen, nehmen wir an, n habe den Werth des letzten Scheitels.

In dieser Voraussetzung ist

$$h\left(n-\tfrac{1}{2}\right) = H_n,$$

und die Gleichung (104) verwandelt sich in

$$V_n = \left[\left(\frac{\pi+7}{2Q}\right)H^2_n + \left(\frac{1}{6Q}\gamma V^2_n + \frac{\Omega H_n}{3Q}\right)\right] \quad (105)$$

Nun ist aber der erste Ausdruck des zweiten Gliedes sehr groß im Verhältniß zum letzten Ausdrucke, der bloß das Gewicht pro laufenden Meter der Tragkette und das Totalgewicht der Stangen in sich faßt, während der erste Ausdruck als Faktor das Totalgewicht der Brücke und den größten Theil vom Gewicht der Ketten in sich begreift.

Es ist also in der Praxis erlaubt, das $\frac{1}{2}$ vor n in dem Faktor $\left(n-\frac{1}{2}\right)^4$ zu übersehen. Und da in der Entwickelung von $\left(n-\frac{1}{2}\right)^2 = \left(n^2 - n + \frac{1}{4}\right)$ der letzte Ausdruck $\frac{1}{4}$ gegen die beiden anderen (n^2-n) sehr schwach ist, so vernachlässigen wir auch diesen letzten Ausdruck $\frac{1}{4}$, was ohne Nachtheil geschehen kann. Wir erhalten somit für die Praxis mit hinreichender Genauigkeit:

$$V_n = \frac{1}{Q}\left[\left(\frac{\pi+7}{2}\right)h^2(n^2-n) + \left(\frac{\gamma V^2_n}{6N^4} + \frac{h\Omega}{4N^3}\right)n^4\right], \quad (106)$$

indem wir N h für H setzen und überdies durch N die Nummer des letzten Scheitels des Polygons bezeichnen, dessen Koordinaten V_n und H_n sind. In dieser Gleichung muß der Werth des horizontalen Komponenten Q der Bedingung

$$Q = \frac{1}{V_n}\left[\left(\frac{\pi+7}{2}\right)h^2(N^2-N) + \left(\frac{\gamma V^2_n}{6N^4} + \frac{h\Omega}{4N^3}\right)N^4\right] =$$
$$= \frac{1}{V_n}\left[\left(\frac{\pi+7}{2}\right)h^2(N^2-N) + \left(\frac{\gamma V^2_n}{6} + \frac{h\Omega N}{4}\right)\right] \quad (107)$$

entsprechen, wobei immer N und V_n die Nummer und die Ordinate des letzten Scheitels bezeichnen. Dieser erhaltene Werth von Q wird in die Gleichung (106) substituirt, mittelst welcher sich alsdann die Werthe aller Ordinaten der wirklichen Gleichgewichtskurve berechnen lassen.

134. Die Werthe von V_n erhält man sehr leicht mittelst graphischer Darstellung, wie oben angezeigt wurde, nachdem man auf dem Wege der Berechnung sowohl die numerischen Werthe der Koefficienten der Gleichung (106), als auch die Größe der beiden Ausdrücke derselben Gleichung für einen Werth von N bestimmt hat, der dem letzten Scheitel mit der Ordinate, wie sie durch V gegeben ist, entspricht.

Die korrespondirenden Kurven ergeben sich alsdann, wenn man auf die Ordinaten, die durch die verschiedenen Werthe von n gehen, die Längen der Ordinaten der beiden mit (n^2-n) und n^4 gezeichneten geraden Linien als Abseissen aufträgt.

135. Aber anstatt diese Ordinaten der wirklichen Gleichgewichtskurve direkt zu berechnen, kann man auch zuerst die Ordinaten des parabolischen Polygons bestimmen und dann die erhaltenen Ordinaten der Kurve der Differenzen abziehen, wie die Folge zeigen wird.

136. Zu diesem Zweck nehmen wir einige der früheren Betrachtungen wieder auf, um zu wissen, was wir unter Kurven der Differenzen zu verstehen haben.

137. Wir haben in Fig. 54 ein Polygon a, 1, 2, 3, 4, 5, 6 und N, wo N den letzten Scheitel des Polygons, hier den siebenten, bezeichnet.

Alle Scheitel dieses Polygons, welches V zum Pfeil und H zur halben Sehne hat, liegen auf einer Kurve, die durch a, geht, unter dem Punkte a, der auf der horizontalen Seite des Polygons liegt, und von diesem Punkt a um eine Größe entfernt ist, die Funkzion nicht

Digitized by Google

nur der Koordinaten V und H, sondern auch der Seite h des Polygons ist.

Diese Größe aa, läßt sich aus der Formel ableiten, welche die Ordinaten des Polygons gibt, nämlich aus der Formel (34), welche heißt:

$$V_n = \frac{p\,h}{2\,Q}\,(n^2 - n).$$

Da diese Gleichung $V = 0$ für $n = 0$ gibt, so folgt, daß das Centrum der Koordinaten auf der um das Polygon umschriebenen Kurve und in der Entfernung $\frac{h}{2}$ vom Punkt a liegt; das heißt, diese Achse liegt in A.

Setzt man nun in obiger Gleichung $n = \frac{1}{2}$, so erhält man

$$V_{\frac{1}{2}} = -\left(\frac{p\,h}{4\,Q}\right) = a\,a_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (108)$$

Es ist dies ein negativer Ausdruck, welcher anzeigt, daß der Scheitel der um das Polygon umschriebenen Kurve nach $\frac{p\,h}{4\,Q}$ unter die Mitte des letzten horizontalen Elementes geht.

Will man also die Ordinaten des wirklichen Gleichgewichtspolygons bestimmen, indem man zuerst die Ordinaten des parabolischen Polygons berechnet und dann die Ordinaten der Kurve der Differenzen abzieht, so muß man, um die Kurve der Differenzen zu erhalten, eine Parabel konstruiren, deren Pfeil $(V + aa_1) = 'V$ (Fig. 54) und nicht V ist.

Die wirkliche Gleichgewichtskurve wird ebenfalls mit demselben Pfeil und derselben halben Sehne berechnet, die dazu dienen würden, die um das Polygon beschriebene Parabel zu bestimmen, indem diese Kurve der Differenzen die Achse der x in zwei Punkten, für die $x = o$ und $x = H_1$ ist, schneiden muß.

Wir haben bis jetzt gesagt, daß die Ordinaten der Kurve der Differenzen von den parabolischen Ordinaten abgerechnet werden müßten; wir behaupten somit a priori, daß die wirkliche Gleichgewichtskurve schwächere Ordinaten hat als die parabolische Kurve von demselben Pfeil und derselben Sehne. Diese Hypothese muß vielleicht einigermaßen entwickelt werden, um in dem Sinne, den wir damit verbinden, aufgefaßt zu werden.

138. Es sei in Figur 55 die Kette einer Hängebrücke a, m, n, d, c, mit einem auf die Horizontale ac', welche die Brückenbahn darstellt, gleichmäßig vertheilten Gewicht P belastet. Wirkt dieses Gewicht P allein, indem wir annehmen, die Stangen und Ketten übten kein Gewicht weiter aus, so wird die Kette eine Parabel darstellen.

Gibt man in diesem Zustande den Ketten und Stangen ihr ursprüngliches Gewicht, so wird sich a, m, n, d, c unter der Wirkung der Ketten und Stangen modificiren, deren Gewicht, anstatt nur wie bei der Parabel mit der Abscisse zu wachsen, in einem viel stärkeren Verhältniß zunimmt, welches sich durch den Kubus dieser nämlichen Abscisse darstellen läßt.

Diese Vergrößerung der Last, welche um so rascher wächst, je mehr man sich der Höhe der Kurve nähert, bedingt also gegen den höchsten Punkt der Kette zu eine um so fühlbarere Senkung, als das Gewicht der Tragketten und Stangen größer ist im Verhältniß zu demjenigen, welches als gleichmäßig auf die Brückenbahn vertheilt vorausgesetzt wurde, und aus welchem die Formel für die Parabel hervorging.

Und wenn diese Kurve in ihrer Länge *) sich modificiren kann, dergestalt daß sie Tangente der Horizontalen a c' wird, so wird sie die Form a, m, n, d, c (Fig. 55) annehmen, und die Hängestangen der parabolischen Kette, die an die Horizontale ac' stießen, werden ungleich mit den verschiedenen Punkten der Tragkette unter dieselbe Linie herabgehen, indem sie mit ihren Enden die Kurve ad' c' beschreiben.

Diese Kurve a, m', n', d', c' ist es, welche Kurve der Differenzen heißt; ihre Ordinaten sind die Theile der Geraden zwischen der Kurve a, m', n', d', c' und der Horizontalen a c', das heißt, die Differenzen zwischen den parabolischen Ordinaten und denen der wirklichen

*) Um die Sache zu vereinfachen, haben wir hier angenommen, daß sich die parabolische Tragkette während ihrer Umwandlung verlängere. Diese Hypothese stimmt mit dem Vorgang nach der Aufstellung hinlänglich überein, indem die Tragkette, unter der Belastung der Brücke sich anspannend, an Länge zunimmt; nur läßt sich der Koefficient dieser Verlängerung, der von einer Menge von Umständen abhängt, nicht genau bestimmen. Nähme man an, die Tragkette habe eine konstante Länge, so müßte man alsdann der Erbebung der Kette in ihrer Mitte in Folge des Sinkens der Kurve an den Widerlagern Rechnung tragen. Alsdann würde sich der Theil der Kurve a, m', d', c' in seiner Partie a über die Horizontale erheben, und zwar um eine Größe, die gleich wäre dem Unterschied der Pfeile der beiden Kurven a, m, n, d, c und a, d_1, m_1, n_1, deren Längen alsdann dieselben blieben.

Digitized by Google

Gleichgewichtskurve, da man, ohne sich dabei allzusehr von der Wahrheit zu entfernen, annehmen kann, daß während der Umwandlung der Kurve a d e in die Kurve a d, c die Stangen herabgekommen sind, indem sie den Vertikalen folgten, die sie vor der Umwandlung der Kurve inne hatten.

139. Wenn man also die zwischen der Kurve a, m, n, d, c und der Horizontalen a c′ enthaltenen parabolischen Ordinaten getrennt für sich berechnet, und wenn man von diesen Längen diejenigen abzieht, die zwischen der Unterschiedskurve a′ m′, n′, d′, c′, und der Horizontalen a c′ enthalten sind, so erhält man die Ordinaten der wirklichen Gleichgewichtskurve a, m_1, n_1, d_1, c, welche Ordinaten zwischen dieser wirklichen Gleichgewichtskurve und der Horizontalen a c^1 liegen.

Die Parabel mit ihren äußersten Koordinaten V*) und H können wir nun aber berechnen. Beschäftigen wir uns damit, sowohl den Charakter als die Ordinaten dieser Gleichgewichtskurve zu bestimmen.

Zu diesem Zweck nehmen wir wieder die Fundamentalgleichung (71) auf:

$$V_n = \frac{h}{Q}(\Pi_1 + \Pi_2 + \ldots\ldots + \Pi_{n-1})$$

welche den Werth einer Ordinate als Funkzion der Zunehmenden v_n gibt, enthaltend als Maß

$$v_n = \frac{h}{Q}\Pi_n$$

wie es in Fig. 34 und dem entsprechenden Paragraphen angegeben ist.

Das Gewicht Π_n selbst aber besteht aus dem gleichförmigen Gewicht der Brückenbahn und dem veränderlichen der Tragketten und Stangen, und sein Ausdruck von (73), (80) und (90) ist:

$$\Pi_n = +(P_n + \Gamma_n + \Theta_n) = \left[n p + \gamma n h + + \frac{2 V^2_x}{3 H^2_x}\gamma n^2 h^2 + \frac{\Omega}{H^2_x} n^3 h^2\right] \ldots (109)$$

Die Zunahme der Stange V_n gegen die Stange V_{n+1} wird also ausgedrückt durch

$$V_{n+1} - V_n = v_n = \frac{h}{Q}\left(n p + \gamma n h + \frac{2}{3}\frac{V^2_x}{H^2_x}\gamma h^2 n^2 + + \frac{\Omega n^3 h^3}{H^3_x}\right) \ldots\ldots (110)$$

Bezeichnet man jetzt in dem parabolischen Polygon, welches dieselbe Sehne und denselben Pfeil hat wie das wirkliche Gleichgewichtspolygon, durch ^1v_n die Vergrößerung der Stange V_{n+1} über die Stange V_n, so erhält man

$$^1v_n = \frac{n p_1 h}{Q}, \ldots\ldots (111)$$

indem man hier dem horizontalen Komponenten Q denselben Werth gibt wie in der Gleichung (110), und indem man ferner durch p_1 das mittlere Gewicht ausdrückt, welches der Gleichung (111) zukommt.

Wir haben aber in Fig. 55.

$$m m_1 = m' m'$$
$$n n_1 = n' n'$$

das heißt, daß die Unterschiede zwischen den Koordinaten der beiden Kurven, der Parabel und der wirklichen Gleichgewichtskurve, gleich sind den Ordinaten, die der Kurve der Differenzen entsprechen. Folglich ist die Vergrößerung n′ o zweier aufeinander folgenden Ordinaten der Kurve der Differenzen gleich dem Unterschied der Differenzen der entsprechenden Ordinaten der beiden ursprünglichen Kurven a, m, n, d, c und a, m_1, n_1, d_1, c.

Bezeichnet man mit ^2v_n diese Vergrößerungen n′ o der Unterschiedskurve und bedenkt man, daß wir mit v_n und ^1v_n die Unterschiede zwischen den Ordinaten V_{n+1} und V_n in der wirklichen Kurve und in der Parabel bezeichnet haben, so erhalten wir

$$(v_n - {}^1v_n) = {}^2v_n = \frac{h}{Q}\left[(p + \gamma h - p_1)n + \left(\frac{2}{3}\frac{V^2_x}{H^2_x}\gamma h^2 + + \frac{\Omega h^3}{H^3_x}\right)n^2\right] \ldots\ldots (112)$$

Und indem wir

$$\left.\begin{aligned} \frac{h}{Q}(p + \gamma h - p_1) &= {}^1A \\ \frac{h}{Q}\left(\frac{2}{3}\frac{V^2_x}{H^2_x}\gamma h^2 + \frac{\Omega h^3}{H^3_x}\right) &= {}^1B \end{aligned}\right\} \ldots (113)$$

setzen, so reducirt sich die Gleichung (112), die die Vergrößerung der Ordinate der Unterschiedskurve gibt, auf

$$^2v_n = {}^1An + {}^1Bn^2. \ldots\ldots (114)$$

indem wir, wohlverstanden, die Ausdrücke mit den Zeichen nehmen, die sie von ihren Koefficienten erhalten

Nun ist aber hier der Koefficient ^1A negativ, wie aus den folgenden Betrachtungen klar hervorgeht.

*) Erinnern wir uns hier an das bezüglich der beiden Kurven a, m, n, d, c und a, m_1, n_1, d_1, c (Fig. 55) Besprochene. Wenn die Tragkette a, m, n, d, e nicht ausdehnbar wäre, so würde sie bei ihrer Umwandlung nicht ihre Länge verändern und alsdann wären die Pfeile der beiden Kurven verschieden. In diesem Falle müßte der Pfeil der Parabel von der Länge seines Bogens abgeleitet werden, dessen Entwicklung der wirklichen Gleichgewichtskurve gleich wäre.

Digitized by Google

Die Gleichung des paraboliſchen Polygons iſt (34)

$$V_n = \frac{p^1 h}{2 Q_1} (n^2 - n)$$

und indem wir

$$\frac{p^1}{Q_1} = \frac{p_1}{Q} \quad \ldots\ldots\ldots (115)$$

ſetzen, um die Gleichung des paraboliſchen Polygons als Funkzion des horizontalen Komponenten Q der Spannungen der wirklichen Gleichgewichtskurve ausdrücken zu können, erhalten wir:

$$V_n = \frac{p_1 h}{Q}\left(\frac{n^2 - n}{2}\right) \ldots\ldots (116)$$

Die Gleichung des wirklichen Gleichgewichtspolygons iſt (95)

$$V_n = \frac{h}{Q}\left[(p + \gamma h)\left(\frac{n^2 - n}{2}\right) + K\right] \ldots (117)$$

wo K den zweiten Ausdruck des zweiten Gliedes bezeichnet.

An der Grenze des Polygons, wenn n den Werth des letzten Scheitels N des Polygons darſtellt, werden die Ordinaten der beiden Polygone gleich, und wenn man (117) gleich (116) ſetzt und reducirt, erhält man

$$\frac{p_1}{Q}\left(\frac{N^2 - N}{2}\right) h = \left(\frac{p + h\gamma}{Q}\right)\left(\frac{N^2 - N}{2}\right) h + K\frac{h}{Q}$$

oder

$$\frac{p_1}{Q} = \left(\frac{p + h\gamma}{Q}\right) + \frac{2K}{(N^2 - N)\,Q} \ldots\ldots (118)$$

woraus ſich leicht ſchließen läßt, daß das Verhältniß $\frac{p_1}{Q}$ größer iſt als das Verhältniß $\left(\frac{p + \gamma h}{Q}\right)$, da der zweite Ausdruck des zweiten Gliedes poſitiv iſt.

Hieraus folgt, daß in der Gleichung (114) der Koeffizient ^1A negativ ſein muß, und daß man in letzter Inſtanz für die Vergrößerung der Ordinate der Unterſchiedskurve und mit Berückſichtigung der Zeichen erhält:

$$^2v_n = (-{}^1An + {}^1Bn^3) \quad \ldots\ldots (119)$$

oder mit Reſtituirung der Koeffizienten

$$^2v_n = \left[-\frac{h}{Q}(p + h\gamma - p_1)\,n + \right.$$
$$\left. + \frac{h^3}{Q}\left(\frac{2}{3}\frac{V^3_N}{H^3_N}\gamma + \frac{\Omega}{H^2_N}\right) n^3\right] \ldots (120)$$

Dies iſt der endliche Ausdruck der Vergrößerungen oder der Unterſchiede der Ordinaten der Unterſchiedskurve; es handelt ſich nun darum, dieſen Ausdruck in linearer Form wiederzugeben, um daraus auf graphiſchem Wege den Werth der Ordinaten dieſer Kurve abzuleiten.

140. Wenn wir fortwährend durch ^2V_n eine Ordinate dieſer Kurve ausdrücken, ſo iſt

$$^2V_n = \Sigma^{n-1}\,{}^2v_n = [-{}^1A\,\Sigma^{n-1}(n) + {}^1B\,\Sigma^{n-1}(n^3)]. \quad (121)$$

und ſummiren alle Werthe von n und gehen bis zur Grenze, indem wir die Werthe von h, die in den Koeffizienten mitinbegriffen ſind, überſehen, ſo erhalten wir nicht ſowohl für das Polygon der Unterſchiede, ſondern für die Kurve der Unterſchiede:

$$^2V_n = \left(-{}^1A\frac{n^2}{2} + {}^1B\frac{n^4}{4}\right). \quad \ldots\ldots (122)$$

Und da für einen dem letzten Scheitel entſprechenden Werth von N der Ausdruck $^2V_N = 0$ iſt, ſo folgt, daß

$$\frac{^1A\,N^2}{2} = \frac{^1B\,N^4}{4} \quad \ldots\ldots (123)$$

Mit Hilfe dieſer Gleichung (122) können wir alle Ordinaten der Unterſchiedskurve konſtruiren, nachdem wir zwei Gerade errichtet haben, deren Winkel mit dem Horizont durch die Tangenten mit dem Ausdruck

$$\frac{^1A}{2} \text{ und } \frac{^1B}{4}$$

verbunden ſind, und deren Ordinaten den durch (n^2) und n^4 gemeſſenen Abſeiſſen entſprechen. In dem Koeffizient ^1A läßt ſich der Werth von p_1 aus der Gleichung (115) ableiten.

Aber die Gleichung (122,), die das Maß der Koordinaten der Unterſchiedskurve gibt, erklärt nichts über den beſonderen Charakter dieſer Kurve. Um denſelben zu verſtehen, muß man näher in die innerſte Zuſammenſetzung dieſer Kurve eingehen. Zu dieſem Zweck beziehen wir uns wieder auf die Gleichung der Vergrößerungen ihrer Ordinaten (119) und (120).

Wir konſtruiren demnach auf graphiſchem Wege die Ausdrücke ^1An und $^1B^3n$ für alle Werthe von n.

Alle Ausdrücke mit n dieſer Gleichungen (119) und (120) werden durch die Ordinaten der Geraden AC (Fig. 56) dargeſtellt.

Aus allen Ordinaten mit n^3, wie ſie auf graphiſchem Wege erhalten werden, ergibt ſich eine Kurve, die der in Fig. 57 dargeſtellten analog iſt.

Da ſich die Zeichen der Ausdrücke in den Gleichungen (119) und (120) umgekehrt gegeneinander verhalten, ſo haben auch die Kurven, welche dieſe beiden Ausdrücke repräſentiren, umgekehrte Stellungen zur horizontalen Achſe.

Die Vergrößerungen der Ordinaten der Unterſchiedskurve werden alſo gemeſſen durch den Unter-

Digitized by Google

schied der den Linien A C und A' C' (Fig. 56 und 57) entsprechenden Ordinaten.

Wenn wir also, nachdem wir die Ordinaten der Geraden A C (Fig. 56) auf Fig. 57 aufgetragen haben, diese neue Gerade A C (Fig. 58) als Abscissenachse der Kurve A' C' (Fig. 57) nehmen, so daß B' C' der Kurve (Fig. 57) gleich ist B' C' der Kurve (Fig. 58), so erhalten wir die Kurve A, a, b, C'.

Und die Ordinaten, die zwischen dieser Kurve A, a, b, C' und der Horizontalen A B liegen, müssen folglich die Vergrößerungen der Ordinaten der Unterschiedskurve messen.

Es handelt sich jetzt nur darum in der Fig. 58 alle Verhältnisse der Unterschiedskurve mittelst der Unterschiede der Ordinaten dieser Kurve zu lesen.

Von A nach a gehen die Vergrößerungen zunehmend, aber von a nach b abnehmend, ohne indessen das Zeichen zu ändern.

Man muß hieraus schließen, daß für die durch a gehende Ordinate die Kurve einen Biegungspunkt abgibt.

Am Punkt b sind die Vergrößerungen Null; die Kurve hat also ein horizontales Element.

Vom Punkt b endlich bis zu C' ändern die Vergrößerungen das Zeichen, das heißt, sie werden Verkleinerungen der Ordinaten. Dies zeigt, daß dieses horizontale Element b' der der Ordinate b entsprechenden Kurve ein Maximum ist.

Diese Unterschiedskurve muß also, von der ersten Stange ausgehend, 1. einen Biegungspunkt a, 2. einen Maximalpunkt b haben.

Fügen wir nun die Ordinaten dieser Kurve A a b C' in ihrer Aufeinanderfolge hinzu, so erhalten wir die Ordinaten der Kurve A a' b' B, welche die zu konstruirende Unterschiedskurve ist.

Im zweiten Theil dieser Arbeit, der von der Anwendung der im ersten Theil entwickelten Theorie handelt, werden wir sehen, wie leicht wir auf die vorstehenden Betrachtungen hin die Ordinaten der Unterschiedskurve erhalten.

Wir kommen jetzt zur Bestimmung der andern Elemente der wirklichen Gleichgewichtspolygone.

141. Die Abscissen gehören zu den Gegebenen des Problems, indem die horizontalen Projektionen der Seiten des Polygons gegeben und untereinander gleich sind.

Die Abscisse H_n des Scheitels n hat den Ausdruck

$$H_n = \left(n - \frac{1}{2}\right) h \quad . \quad . \quad . \quad . (124)$$

142. Versuchen wir nun die Länge der wirklichen Gleichgewichtskurve zu bestimmen. Es ist dies eine schwierige Operazion, die besondere Genauigkeit erfordert, wenn man in der Abschätzung der Länge des Pfeils, der für eine schwache Vergrößerung in der Länge der Kette in einem sehr großen Verhältniß zunimmt, keine ernstlichen Irrthümer begehen will.

Die allgemeine Gleichung (23), welche die Länge eines Polygons mit den gewöhnlichen Gegebenen des Problems gibt, verwandelt sich folgendermaßen, wenn man bedenkt, daß im vorliegenden Fall h eine Konstante ist:

$$\Pi_n = (P_n + \Gamma_n + \Theta_n) = \left[(p + \gamma h)\, n + \right.$$
$$\left. + \left(\frac{2}{3}\,\frac{\gamma\, V^2_S}{H^2_S}\, h^3 + \frac{\Omega\, h^2}{H'_S}\, n^2\right)\right] \quad . \quad . \quad . \quad (12$$

Dies gibt uns für die Länge L_n des Polygons, wenn wir uns der Formeln (70, 73, 80, 90 und 91) bedienen:

$$L_n = \left\{ \begin{array}{l} \frac{h}{2} \\ + h\,(n-1) \\ \quad + \frac{1}{2}\,h\left[\left(\frac{\Pi_1}{Q}\right)^2 + \left(\frac{\Pi_2}{Q}\right)^2 + \left(\frac{\Pi_3}{Q}\right)^2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + \left(\frac{\Pi_{n-1}}{Q}\right)^2\right] \\ \quad - \frac{h}{2.4}\left[\left(\frac{\Pi_1}{Q}\right)^4 + \left(\frac{\Pi_2}{Q}\right)^4 + \left(\frac{\Pi_3}{Q}\right)^4 + \ldots\ldots\ldots\ldots + \left(\frac{\Pi_{n-1}}{Q}\right)^4\right] \\ \quad + \frac{1.3.h}{2.4.6}\left[\left(\frac{\Pi_1}{Q}\right)^6 + \left(\frac{\Pi_2}{Q}\right)^6 + \left(\frac{\Pi_3}{Q}\right)^6 + \ldots\ldots\ldots\ldots + \left(\frac{\Pi_{n-1}}{Q}\right)^6\right] \\ \quad - \frac{1.3.5.h}{2.4.6.8}\left[\left(\frac{\Pi_1}{Q}\right)^8 + \left(\frac{\Pi_2}{Q}\right)^8 + \left(\frac{\Pi_3}{Q}\right)^8 + \ldots\ldots\ldots\ldots + \left(\frac{\Pi_{n-1}}{Q}\right)^8\right] \\ \quad + \text{ꝛc.} \ldots\ldots\ldots\ldots \end{array} \right\} \quad . \quad . \quad . \quad (126)$$

Digitized by Google

Wollen wir uns auf die drei ersten Ausdrücke dieser Formel beschränken und bezeichnen wir wie oben mit

$$\Sigma^{s-1}(n)$$

die Summe aller Werthe, welche n von 1 bis (n—1) einschließlich, mit der Einheit wachsend, annehmen kann, so stellt sich die Gleichung (126) so dar:

$$L_n = n\,h - \frac{h}{2} + h\left(\frac{1}{2\,Q^2}\,\Sigma^{s-1}(\Pi_s)^2 - \right.$$
$$\left. - \frac{1}{8\,Q^4}\,\Sigma^{s-1}(\Pi_s)^4 + \text{ꝛc.}\right) \quad . \quad . \quad (127)$$

143. Aber dieser Ausdruck enthält den horizontalen Komponenten Q, dessen man sich entledigen muß, um nur die unerläßlichen Funktionen, welche die gewöhnlichen Gegebenen des Problems sind, augenscheinlich zu machen.

Nun aber ist dieser Werth des horizontalen Komponenten Q gegeben (71); er ist

$$Q = \frac{h}{V_n}(\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3 + \ldots\ldots\ldots + \Pi_{n-1}) =$$
$$= \frac{h}{V_n}\Sigma^{s-1}\Pi_s \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (128)$$

Bemerken wir, daß dieser Ausdruck (128) in der ganzen Ausdehnung der Kurve konstant sein muß, indem er den horizontalen Komponenten der Spannungen, der für alle Elemente derselbe bleibt, darstellt.

Der Werth von Π_s ist (125) durch eine Gleichung mit zwei Ausdrücken n und n^2 dargestellt. Setzt man in dieser Gleichung

$$p = \tau\,h,$$

indem man die zusammengesetzten Koefficienten durch die folgenden einfachen ersetzt:

$$\left.\begin{array}{l}(\tau + \gamma) = A \\ \left(\frac{2}{3}\,\frac{\gamma\,V^2_n}{H^2_n} + \frac{\Omega}{H^2_n}\right) = B\end{array}\right\} \quad . \quad . \quad (129)$$

und $\Pi_s = (A\,h\,n + B\,h^2\,n^2)$

so erhält man

$$L = \left\{\frac{h}{2} + h\,(n-1) + \frac{1}{2}\,\frac{h\,\Sigma^{s-1}(\Pi_s)^2}{\left(\frac{h}{V_n}\,\Sigma^{s-1}\,\Pi_s\right)^2}\right\} \quad . \quad (130)$$

Macht man jetzt für die Funktionen von Π_s die angegebenen Summirungen, so ist zuerst

$$\left(\frac{h}{V_n}\,\Sigma^{s-1}\,\Pi_n\right)^2 = \frac{1}{V^2_n}\left\{A\,h^2\left(\frac{n^2-n}{2}\right) + B\,h^3\left(\frac{n^3-2n^2+n^2}{4}\right)^2\right\} \quad (131)$$

und geht man bis an die äußerste Grenze, um die Formel zu vereinfachen, so wird $h^2(n^2-n) = h^2n^2 - h^2n$ zu $x^2 - h$, und da h unendlich klein ist, so läßt sich $h\,x$ übersehen; ebenso wird $h^3(n^3 - 2n^2 + n^2)$ zu $x^3 - 2\,x^2\,h + x^2\,h^2$, was sich zu x^3 reducirt; folglich ist

$$\text{Grenze}\left(\frac{h}{V_n}\,\Sigma^{s-1}\,\Pi_s\right)^2 = \frac{1}{V^2_n}\left\{\frac{A\,x^2}{2} + \frac{B\,x^3}{4}\right\}^2; \quad (132)$$

entwickelt und bezeichnet man mit V_n und H_n die Ordinaten und Abfeiffen dieser neuen Kurve, so erhält man anstatt der Gleichung (132)

$$\text{Grenze}\left(\frac{h}{V_n}\,\Sigma^{s-1}\,\Pi_s\right)^2 = \frac{1}{V^2_n}\left\{\frac{A^2}{3}\,x^3 + \frac{AB}{4}\,x^4 + \frac{B^2}{16}\,x^6\right\}; \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (133)$$

aber dieser Ausdruck (133) gibt den Werth des horizontalen Komponenten als Funktion der gewöhnlichen Gegebenen (128), und da er in der ganzen Ausdehnung der Kurve nach der Eigenthümlichkeit des horizontalen Komponenten der Spannungen in den belasteten Polygonen konstant ist, so folgt, daß dieser letzte Werth (133) als Funktion der Grenzkoordinaten H_x u. V_x ausgedrückt folgendermaßen lautet:

$$\left(\frac{h}{V_n}\,\Sigma^{s-1}\,\Pi_s\right)^2 = \frac{1}{V^2_n}\left\{\frac{A^2}{3}\,H^3_n + \frac{AB}{4}\,H^4_n + \frac{B^2}{16}\,H^6_n\right\} \quad (134)$$

144. Die Summirung d. Zählers ergibt an d. Grenze:

$$\text{Grenze von } h\,\Sigma^{s-1}(\Pi_s)^2 = \text{Gr. v. } h\,\Sigma^{s-1}(A\,h\,n + B\,h^2\,n^2) = \left(\frac{A^2}{3}\,x^3 + \frac{2\,AB}{5}\,x^5 + \frac{B^2}{7}\,x^7\right) \quad . \quad . \quad . \quad (135)$$

Bringt man endlich in die Gleichung (130) die Funkzionen (134) und (135), so erhält man die Länge des Theils der wirklichen Gleichgewichtskurve, welcher der Abfeiffe x entspricht. Dieser Ausdruck ist:

$$L_x = x + \frac{1}{2}\left\{\frac{\frac{A^2\,x^3}{3} + \frac{2\,A\,B\,x^5}{5} + \frac{B^2\,x^7}{7}}{\frac{1}{V^2_n}\left(\frac{A^2\,H^3_x}{4} + \frac{A\,B\,H^4_x}{4} + \frac{B^2\,H^6_x}{16}\right)}\right\} \quad (136)$$

145. Aber diese Gleichung läßt sich noch weiter vereinfachen, ohne daß die nothwendige Genauigkeit bezüglich der gewöhnlichen praktischen Erfordernisse darunter zu leiden hätte.

Zu diesem Zwecke bemerken wir, daß, da der Kefficient B an und für sich bei den gewöhnlichen Gegebenen sehr klein ist, die Ausdrücke mit B^2 ohne Nachtheil ausgelassen werden können. Wir erhalten also anstatt der Formel (136), nach Auslassung der Ausdrücke mit B^2 und nach Reducirung der Brüche:

$$L_x = x + \frac{2\,V^2_x}{3\,H^3_x}\,\frac{(5\,A^2 + 6\,A\,B\,x^2}{(5\,A^2 + 5\,A\,B\,H^2_x}\,x^3\Big\} \quad . \quad . \quad (137)$$

Und für die totale Länge der Kurve, deren letzte Sehne H_x ist, erhält man, wenn man mit L diese Länge der halben Kette, deren Pfeil V_x ist, bezeichnet:

Digitized by Google

$$L = \left[H_N + \frac{2}{3}\frac{V_N^2}{H_N}\left\{\frac{5A + 6B\,H_N^2}{5A + 5B\,H_N^2}\right\}\right] =$$

$$= \left[H_N + \frac{2}{3}\frac{V_N^2}{H_N}\left\{1 + \frac{B\,H_N^2}{5(A + B\,H_N^2)}\right\}\right] . \quad (138)$$

Setzt man die Werthe der Coefficienten A und B, wie sie durch die Gleichungen (129) gegeben sind, und reducirt, so ist:

$$L = H_N + \frac{2}{3}\frac{V_N^2}{H_N}\left\{1 + \frac{\frac{2\gamma V_N^2}{3 H_N^2} + \frac{\Omega}{H_N}}{5\left\{(\pi+\gamma) + \frac{2\gamma V_N^2}{3 H_N^2} + \frac{\Omega}{H_N}\right\}}\right\} =$$

$$= H_N + \frac{2}{3}\frac{V_N^2}{H_N}\left\{1 + \frac{2\gamma V_N^2 + 3\Omega H_N}{15(\pi+\gamma)H_N^2 + 10\gamma V_N^2 + 15\Omega H_N}\right\}$$

. . . . (139)

Dies ist die Länge des halben Bogens der wirklichen Gleichgewichtskurve, deren Pfeil und Sehne V_N und $2H_N$ ist.

146. Wenn man in dieser Gleichung (139) von den beiden letzten Ausdrücken den Nenners absieht, so erhält man folgenden Ausdruck:

$$L = H_N + \frac{2}{3}\frac{V_N^2}{H_N}\left\{1 + \frac{2\gamma V_N^2 + 3\Omega H_N}{15(\pi+\gamma)H_N^2}\right\} . \quad (140)$$

den auch Navier mittelst einer höhern Analyse erhalten hat.

147. Vergleicht man nun einen dieser Ausdrücke (139) oder (140), welcher die Länge eines Bogens der wirklichen Gleichgewichtskurve gibt, mit dem analogen Ausdruck (63), der den Bogen der entsprechenden Parabel, welche nämlich denselben Pfeil und dieselbe Sehne hat, anzeigt, so erhält man mehrere für die Praxis sehr nützliche Konsequenzen.

Bezeichnet man mit

$$L' = \left(H_N + \frac{2}{3}\frac{V_N^2}{H_N}\right) . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (141)$$

die Länge des halben parabolischen Bogens, dessen Pfeil und Sehne durch V_N und $2H_N$ ausgedrückt werden, so erhält man folgende Formel durch den Unterschied der Länge:

$$\Delta l,$$

zwischen dem Bogen der wirklichen Kurve und dem parabolischen Bogen von demselben Pfeil und derselben Oeffnung:

$$\Delta l = (L - L') = \frac{2}{3}\frac{V_N^2}{H_N}\left(\frac{2\gamma V_N^2 + 3\Omega H_N}{15(\pi+\gamma)H_N^2}\right) . \quad . \quad . \quad (142)$$

So viel muß bei der praktischen Anwendung die Verlängerung betragen, damit die parabolische Kette sich in eine wirkliche Kurve von gleichem Pfeil und gleicher Oeffnung verwandeln kann.

148. Es gibt noch einen anderen wichtigen Punkt, den man kennen muß, nämlich die Veränderung des Pfeiles einer als unausdehnbar vorausgesetzten parabolischen Tragkette, wenn sie sich unter der Wirkung des Gewichtes der Ketten und Stangen nach der Linie krümmt, die dem wirklichen Gleichgewicht der ganzen darauf drückenden Belastung zukommt.

Da die beiden Bogen die gleiche Entwicklung haben, so müssen die Ausdrücke (140) u. (141) durch gleiche Werthe gegeben werden; die Variabeln sind hier die Pfeile der beiden Kurven.

Da der wirkliche Gleichgewichtsbogen sich mit Beibehaltung derselben Sehne stärker krümmt als der parabolische Bogen, so muß offenbar der Pfeil der wirklichen Gleichgewichtskurve um eine Größe kleiner werden, die wir darstellen durch

$$\Delta V_N.$$

Wenn wir ferner in der Gleichung (140)

$$\left\{\frac{2\gamma V_N^2 + 3\Omega H_N}{15(\pi+\gamma)H_N^2}\right\} = c \quad . \quad . \quad . \quad (143)$$

setzen, indem V_N seinen ursprünglichen Werth behält, was die Genauigkeit der Resultate nicht beeinträchtigt, wohl aber dieselben sehr vereinfacht, so lautet die Gleichung (140):

$$L = H_N + \frac{2}{3}\frac{(V_N - \Delta V_N)^2}{H_N}(1 + c) . \quad . \quad . \quad . \quad (144)$$

Machen wir diese Gleichung mit der entsprechenden Gleichung des parabolischen Bogens gleich, so erhalten wir

$$V_N^2 = (V_N - \Delta V_N)^2(1 + c) . \quad . \quad . \quad . \quad (145)$$

und entwickeln wir und übersehen den Ausdruck im Quadrat des Unterschieds, der sehr klein ist, so ist

$$V_N = V_N(1 + c) + \Delta V_N(-2 - 2c) . \quad . \quad . \quad (146)$$

Wir erhalten somit für die Verkleinerung ΔV_N des Pfeils der Parabel, wenn der Bogen dieser Kurve sich in die wirkliche Gleichgewichtskurve umwandelt, folgenden Ausdruck:

$$\Delta V_N = \frac{c\,V_N}{2(1 + c)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (147)$$

Und wenn wir statt c den in der Formel (143) gegebenen Werth setzen, so erhalten wir:

$$\Delta V_N = \frac{V_N}{2}\left(\frac{\frac{2\gamma V_N^2 + 3\Omega H_N}{15(\pi+\gamma)H_N^2}}{1 + \frac{2\gamma V_N^2 + 3\Omega H_N}{15(\pi+\gamma)H_N^2}}\right) =$$

$$= \frac{V_N}{2}\left(\frac{2\gamma V_N^2 + 3\Omega H_N}{15(\pi+\gamma)H_N^2 + 2\gamma V_N^2 + 3\Omega H_N}\right) . \quad . \quad . \quad (148)$$

Digitized by Google

Wenn wir die beiden letzten Ausdrücke des Nenners, die gegen den erſten Ausdruck ſehr klein ſind, überſehen, ſo erhalten wir die Formel

$$\Delta V_N = \frac{V_N}{2}\left(\frac{2\gamma V'_N + 3\Omega H_N}{15(\pi+\gamma)H^2_N}\right) \quad . \quad . \quad . \quad (149)$$

149. Wenn die Hängekette durch die Verbindung von Eiſenſtangen gebildet wäre, die die Seiten des Polygons bildeten, deren horizontale Projekzionen einander gleich wären, ſo wäre eine Berechnung der Längen im Ganzen nicht mehr hinreichend, und man müßte die Berechnung jeder einzelnen Seite des Polygons vornehmen.

Nun wiſſen wir aber, daß man (21) für die Länge einer Seite zwiſchen den Punkten n und (n + 1) folgende Gleichung hat:

$$l_n = h\left(1 + \frac{\Pi^2_n}{Q^2}\right)^{\frac{1}{2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (150)$$

Setzt man hier für Π_n den in (125) gefundenen Werth, ſo kann man die Längen aller Seiten des Polygons berechnen.

Wie man aber bemerkt, wäre dieſe Berechnung ſehr mühevoll, weil ſie die Kenntniß der Laſt Π_n vorausſetzt, die von einer Gleichung mit zwei Ausdrücken abhängt, wo die unabhängige Variable im dritten Grade iſt.

150. Anſtatt der numeriſchen Auflöſung iſt für unſere Aufgabe die graphiſche, wie ſie in Fig. 51 und den dazu gehörigen Paragraphen gegeben iſt, weit zweckmäßiger. Es werden hier nur die Belaſtungen P_1, P_2, P_3 u. ſ. w. durch Π_1, Π_2, Π_3 u. ſ. w. erſetzt, deren Werthe durch die Gleichung (125) auf graphiſchem Wege gegeben ſind. Dieſe Gleichung 125, welche (129) heißt:

$$\Pi_n = (Ah.n + Bh^3.n^3) \quad . \quad . \quad . \quad (151)$$

löſt ſich graphiſch mittelſt der beiden geraden Linien auf, deren Winkel Ah und Bh^3 zu Tangenten haben und deren Abſciſſen n und (n^3) proporzional ſind.

Dieſe erhaltenen linearen Werthe von Π_n werden, wie bemerkt, auf einer Zeichnung, die der Fig. 51 analog iſt, aufgetragen, und dieſe gibt alsdann die Längen der Seiten des Polygons.

Dieſes graphiſche Verfahren ſcheint uns weit zweckmäßiger als die direkte Berechnung; es iſt zugleich weit kürzer und weniger Irrthümern unterworfen als die letztere, indem es die Längen der Seiten in natürlicher Größe geben kann.

151. Es muß jetzt der Werth der Spannungen beſtimmt werden. Man kann ſie auf graphiſchem Wege erhalten mittelſt der Figur, von der ſo eben gelegentlich der Längen der Seiten des Polygons die Rede war. Wollte man eine numeriſche Auflöſung, ſo ginge dieſe aus dem allgemeinen Ausdrucke (24) hervor:

$$t_n = \sqrt{Q^2 + \Pi^2_n} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (152)$$

bei welchem ſtatt Π_n der Werth geſetzt würde, der oben angegeben worden, und ſtatt Q derjenige, welcher in der Gleichung (107), die aus der Gleichung der wirklichen Gleichgewichtskurve hervorgeht, enthalten iſt.

153. Was den Werth der Tangenten betrifft, ſo iſt er, wie wir ſchon Gelegenheit gehabt haben zu bemerken, in folgendem Ausdruck gegeben:

$$\text{tang}\,\alpha_n = \frac{\Pi_n}{Q^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (153)$$

in welchem Π_n und Q die Werthe haben, deren Beſtimmung bereits gezeigt worden iſt.

Graphiſche Auflöſungen. — 153. Die Auflöſungen, die wir vorſtehend gegeben haben, beziehen ſich auf die Fälle, in welchen die Polygone eine gewiſſe Ausdehnung haben; wenn man aber nur eine geringe Anzahl Seiten zählt, ſo kann man ſich eines graphiſchen Verfahrens bedienen, ähnlich dem der letztern Zeichnungen.

Nachdem man die Gerade A D (Fig. 59) gezogen hat, die dadurch, daß ſie ſich mit den gleich weit voneinander entfernten Senkrechten ſchneidet, die Werthe der auf die Brückenbahn drückenden Belaſtungen gibt, zieht man auf die oben angegebene Art und Weiſe das paraboliſche Polygon A, 1, 2, 3 . . . . . 9, 10. Indem man alsdann dieſes Polygon als wirkliches Gleichgewichtspolygon anſieht, nimmt man in dieſer Zeichnung die Lange der Seiten und der Hängeſtangen in den Zirkel, deren Gewicht ebenfalls für die Praxis hinreichend genau gegeben iſt. Dann trägt man die Gewichte Θ_n der Hängeſtangen unter der Linie A D auf, und ihre linearen Werthe ſind alsdann zwiſchen der Geraden A D und der Kurve A D' enthalten. Von dieſer neuen Linie A D' aus trägt man auf die Senkrechten die linearen Werthe der Gewichte Γ_n der Tragketten auf; Werthe, die linear durch die Geraden zwiſchen den Kurven A D' und A D'' ausgedrückt werden.

Die Totalgewichte $(P_n + \Theta_n + \Gamma_n)$ werden durch die zwiſchen der Geraden A B und der Kurve AD'' liegenden Theile der Senkrechten dargeſtellt.

Dieſe Gewichte dienen dazu, das neue Polygon A, 1'', 2'', 3'', ... 9'', 10, nämlich das des wirklichen Gleichgewichtes zu beſtimmen.

Das Polygon A, 1', 2', 3', ... 9', 10' ſtellt

Digitized by Google

das Probepolygon dar, welches den Werth des horizontalen Komponenten Q der Spannungen des parabolischen Polygons A, 1, 2, 3, ... 9, 10 angibt; es dient dieses Polygon dazu, die Länge und folglich das Gewicht der Hängestangen und Tragketten zu bestimmen.

154. Wir gehen jetzt zur Untersuchung einer Klasse von Polygonen über, die bezüglich des wissenschaftlichen Werthes der Kurve, den sie an ihren Grenzpunkten darstellen, von großem Interesse sind, nämlich diejenigen, deren Seiten bei einer gleichmäßigen Länge mit gleichen Gewichten belastet sind.

In den Polygonen, die wir im vorigen Kapitel (IV) untersucht haben, sind die gleich belasteten Stangen gleich weit voneinander entfernt in horizontaler Projekzion, während die Polygone, die uns im nächsten Kapitel beschäftigen sollen, obwohl sie, wie die ersten gleichbelastete Stangen haben, äquidistanz auf der Kette, aber nicht mehr auf der Horizontalen sind.

Die Polygone mit gleichen Seiten sind besonders bei Hängebrücken, deren Ketten aus Ringen von Stangeneisen bestehen, in Gebrauch. Der Zweck hiervon ist die leichtere Fabrikazion der Ringe, die alsdann alle nach einem Muster geschmiedet werden.

Wenn aber diese Anordnung für den Arbeiter bequemer ist, indem Zeitverlust und Irrthümer vermieden werden, so hat sie doch für den Ingenieur nicht gleichen Vortheil, denn er muß sich komplizierter Formeln bedienen und somit dem theoretischen Theil seiner Kunst allzuviel Zeit widmen.

Zum Glück kann man bei den gewöhnlichen Fällen der praktischen Anwendung mit Hülfe gewisser praktischer Betrachtungen und der Verbindung von numerischen mit graphischen Berechnungen die erforderlichen Resultate mit hinlänglicher Schnelligkeit erhalten, wie wir sogleich sehen werden.

V. Von den Gleichgewichtskurven der Ketten, welche gleichmäßig auf ihre Länge vertheilte Belastungen tragen, und von den Hängebrücken, deren Stangen an der Kette gleich weit voneinander entfernt sind.

155. Wir haben im Vorhergehenden die Gleichgewichtsverhältnisse der Polygone bestimmt, bei welchen die Horizontalprojekzionen der Seiten einander gleich sind, und deren Scheitel gleichmäßige Gewichte tragen.

Wir kommen jetzt zu dem Fall, wo bei gleicher Belastung der Scheitel, wie bei den frühern Beispielen, die Längen der Seiten des Polygons, welche alsdann gleichförmige Längen und nicht mehr einander gleiche Horizontalprojekzionen darbieten, modifizirt werden.

Wie im vorigen Abschnitt gesagt wurde, ist diese Methode besonders bei den Hängebrücken in Gebrauch, deren Ringen man aus doppelten Gründen eine gleichförmige Länge gibt, um das Schmieden der einzelnen Stücke zu erleichtern und um Irrthümer in der Länge der Ringe zu vermeiden.

Wir werden hier wieder denselben Gang befolgen wie bei der Untersuchung der Hängebrücken, deren Stangen in horizontaler Projekzion gleich weit voneinander abstehen. Zuvörderst wollen wir annehmen, daß die Totalbelastung auf die Länge der Hängeketten gleichmäßig vertheilt sei.

Diese Hypothese, die streng genommen, nicht ganz richtig ist, gibt gleichwohl hinlänglich genaue Resultate für Hängebrücken von gewöhnlichen Dimensionen; wir haben sie deshalb auch angenommen. Ueberdies haben wir geglaubt, es sei für den Erbauer von Nutzen durch so einfache Formeln wie die vorliegenden die Form einer Linie kennen zu lernen, die der wirklichen Gleichgewichtskurve so nahe als möglich kommt.

Fügen wir noch hinzu, daß die durch eine gleichmäßig drückende Kette gebildete Kurve genau dieselbe ist, welche die Seile oder Tragketten vor Aufstellung der Brückenbahn beschreiben und daß, wie in der Folge klar werden wird, der Erbauer sehr häufig genöthigt ist, den Pfeil der unbelasteten Seile oder Ketten zu benützen, um den Pfeil zu berechnen, den die Ketten haben, wenn sie mit dem ganzen Gewicht der Brücke belastet sind.

156. Wenn in der allgemeinen Gleichung (15), welche die Ordinate eines Polygons, dessen Seiten eben so wie die Gewichte P_n gegeben sind, im Allgemeinen ausdrückt, l gleich der Konstanten und $P_n = np = n+1$ ist, so ergibt sich für die gesuchte Ordinate:

Digitized by Google

$$V_n = \left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{\pi l}{Q}\right) 1 \Sigma^{n-1}(n) \\ -\frac{1}{2}\left(\frac{\pi l}{Q}\right)^3 1 \Sigma^{n-1}(n)^3 \\ +\frac{3}{8}\left(\frac{\pi l}{Q}\right)^5 1 \Sigma^{n-1}(n)^5 \\ -\frac{5}{16}\left(\frac{\pi l}{Q}\right)^7 1 \Sigma^{n-1}(n)^7 \\ +\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array} \right\} \ldots\ldots (154)$$

Man kann sich auf die vier ersten Glieder dieser Reihe beschränken, die in der Praxis wegen der Kleinheit des Verhältnisses $\left(\frac{\pi l}{Q}\right)$ sehr rasch abnimmt.

Macht man die nöthigen Summirungen und geht bis zur Grenze vor, in welchem Fall alle Glieder, welche l allein einschließen, oder bei welchen es größer als n ist, verschwinden, so ist, wenn $nl = S$ und $V_n = y$:

$$y = S\left\{\frac{1}{2}\left(\frac{\pi S}{Q}\right) - \frac{1}{2.4}\left(\frac{\pi S}{Q}\right)^3 + \frac{3}{8.6}\left(\frac{\pi S}{Q}\right)^5 - \frac{5}{16.8}\left(\frac{\pi S}{Q}\right)^7 + \text{ꝛc.}\right\} \ldots\ldots (155)$$

Diese Gleichung dient dazu, den Werth der Ordinate y als Funktion des entsprechenden Bogens S zu bestimmen, wenn der Werth des Verhältnisses $\left(\frac{\pi S}{Q}\right)$ bekannt ist.

Im Verlauf dieses Kapitels werden wir mehrere Ausdrücke dieses Verhältnisses als Funktion der gewöhnlichen praktischen Gegebenen liefern.

157. In der Praxis, wo die Länge der Theile des Polygons als Funktion der einzelnen n der Scheitel oder Seiten des Polygons gegeben sind, muß man in der vorstehenden Formel nur das Zeichen des Scheitels, dessen Ordinate man sucht, klar machen. Diese Ordinate ist, wie bekannt, die der Kurve, welche um das Polygon beschrieben ist, wobei l die konstante Länge irgend einer Seite ist.

Nimmt man also, wie bisher an, daß das Polygon eine horizontale Seite hat, so ist

$$S = \left(n - \tfrac{1}{2}\right) l \ldots\ldots (156)$$

Dieser Ausdruck in die Gleichung (155) substituirt, welche in der Praxis für die um das Polygon beschriebene Kurve gelten kann, gibt:

$$V_n = \left\{\frac{1}{2}\left(\frac{\pi}{Q}\right) l^1 \left(n - \frac{1}{2}\right)^1 - \frac{1}{8}\left(\frac{\pi}{Q}\right)^3 l^3 \left(n - \frac{1}{2}\right)^3 + \right.$$
$$\left. + \frac{1}{16}\left(\frac{\pi}{Q}\right)^5 l^5 \left(n - \frac{1}{2}\right)^5 - \frac{5}{128}\left(\frac{\pi}{Q}\right)^7 l^7 \left(n - \frac{1}{2}\right)^7 + \right\} \ldots\ldots (156^a)$$

Wie man sieht, haben wir in dieser Gleichung V_n statt der Ordinate y gesetzt, um den Charakter der Diskontinuität auszudrücken.

In den gewöhnlichen Fällen der Praxis kann man bei den beiden ersten Ausdrücken des zweiten Gliedes stehen bleiben und man wird hinlänglich genaue Resultate erhalten.

Dies sind die Formeln, mittelst welcher der Ingenieur entweder numerisch oder graphisch die Werthe der Ordinaten berechnen kann, wenn er das Gewicht π pro laufenden Meter der Kette und der Belastung, so wie den horizontalen Komponenten Q der Spannungen dieser Kette bestimmt hat. Gewöhnlich aber ist es bei der Anwendung nicht der Werth des Komponenten Q, sondern es sind außer dem Gewicht pro laufenden Meter der Bogen und die Ordinate oder der Bogen und die Abscisse im Problem gegeben.

Im ersten Fall deückt man passend das Verhältniß $\frac{\pi S}{Q}$ als Funktion der Ordinate y und des Bogens S aus. Hierzu gelangt man, wenn man bei der Gleichung (155) die Methode der rückkehrenden Reihen anwendet, was folgenden durch seine Einfachheit bemerkenswerthen Ausdruck gibt.

$$\left(\frac{\pi S}{Q}\right) = 2\left\{\left(\frac{y}{S}\right) + \left(\frac{y}{S}\right)^3 + \left(\frac{y}{S}\right)^5 - \left(\frac{y}{S}\right)^7 + \ldots\right\} (157)$$

aus welcher Gleichung der Werth von Q abgeleitet wird, wenn die von y, S und π, die in dem Problem in der Regel gegeben sind, bekannt sind.

158. Die Abscissen der Kurve, für deren Ordinaten (155) oder (156) wir die Formel gefunden haben, werden aus der allgemeinen Gleichung (19) abgeleitet; man setzt hier l gleich der Konstanten, $P_n = np = n\pi l$, wie wir es bereits oben bei der Bestimmung der Ordinaten derselben Kurve gethan haben. Gehen wir dann bis zur äußersten Grenze, indem wir alle Ausdrücke auslöschen, in denen h allein vorkommt, oder wo n mit h verbunden, aber größer als dieses ist, so erhält man für diese Abscisse x:

$$x = S\left\{1 - \frac{1}{2.3}\left(\frac{\pi S}{Q}\right)^2 + \frac{3}{8.5}\left(\frac{\pi S}{Q}\right)^4 - \right.$$
$$\left. - \frac{5}{16.7}\left(\frac{\pi S}{Q}\right)^6 + \frac{35}{128.9}\left(\frac{\pi S}{Q}\right)^8 - \ldots\right\} \ldots (158)$$

welcher Werth von dem Parameter $\left(\frac{\pi}{Q}\right)$ abhängt, wie der der Ordinate, deren Ausdruck in (155) gegeben wurde.

Digitized by Google

Ehe wir den Werth dieses Parameters als Funkzion der gewöhnlichen Gegebenen des Problems zu bestimmen suchen, wollen wir bemerken, daß in den meisten praktischen Fällen die beiden ersten Ausdrücke der vorstehenden Gleichung ausreichen, so daß also, wenn man $\left(n-\frac{1}{2}\right)l$ anstatt S gesetzt hat, wie dies schon gelegentlich der Gleichung der Ordinaten geschehen ist:

$$H_x = \left\{\left(n-\frac{1}{2}\right)l - \frac{1}{6}\left(\frac{\pi}{Q}\right)^2\left(n-\frac{1}{2}\right)^3 l^3 + \ldots\right\} \quad . \quad (159)$$

wobei man H_x anstatt x gesetzt hat.

Dies ist die Gleichung der Abseissen der Kurve, welche eine gleichmäßig lastende Kette darstellt, oder welche die Ketten einer Hängebrücke beschreiben, deren Last als auf die Länge der Tragketten gleichmäßig vertheilt betrachtet werden kann.

In dem Vorstehenden, wie in der Folge, bedienen wir uns der Worte Kurve oder Polygon unabhängig voneinander; in diesem Fall ist unter Kurve diejenige zu verstehen, welche um das Polygon beschrieben ist, oder unter Polygon dasjenige, welches in der Kurve beschrieben ist.

Wenn wir also sagen, die durch die Tragkette beschriebene Kurve oder das durch die Ketten gebildete Polygon, so wollen wir entweder die Kurve bezeichnen, die durch alle Endpunkte des Polygons geht, für welches die Gleichung der Scheitel bekannt ist, oder das Polygon, dessen Scheitel sich alle auf der Kurve befinden, deren Formel gegeben ist.

Somit hat

$$y = f(x) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (a)$$

und

$$y = P\left[\left(n-\frac{1}{2}\right)h\right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (a')$$

für uns dieselbe Bedeutung wie

$$\left(n-\frac{1}{2}\right)h = x$$

oder auch

$$y = \varphi(S) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (b)$$

$$y = \varphi'\left[\left(n-\frac{1}{2}\right)l\right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (b')$$

sind für uns äquivalente Formeln, wenn man

$$\left(n-\frac{1}{2}\right)l = S$$

setzen kann, wo n, welches die Anzahl der Stangen oder der Scheitel des Polygons anzeigt, irgend eine Zahl sein kann, wohl aber eine ganze und positive.

159. Die Formeln (158) und (159) geben auch das Verhältniß $\left(\frac{\pi}{Q}\right)$, dessen Werth man kennen muß, um die Gleichungen für die Werthe der Abseissen ableiten zu können. Beschränkt man sich auf die drei ersten Ausdrücke der Gleichung (158), so läßt sich der Werth des fraglichen Verhältnisses daraus gewinnen; will man aber einen genaueren Werth haben, so muß man durch die Methode der rücklaufenden Reihen aus der Gleichung (158) den Werth des Verhältnisses $\left(\frac{\pi S}{Q}\right)$ entnehmen. In diesem Falle ist

$$\left(\frac{\pi S}{Q}\right)^2 = \left\{6\left(\frac{S-x}{S}\right)^2 + 16{,}20\left(\frac{S-x}{S}\right)^3 + 29{,}623\left(\frac{S-x}{S}\right)^4 + 45{,}669\left(\frac{S-x}{S}\right)^5 + \ldots\right\} \quad . \quad (160)$$

und folglich

$$\frac{\pi S}{Q} = \sqrt{6\,\frac{S-x}{S}}\left\{1 + 1{,}35\left(\frac{S-x}{S}\right) + 1{,}559\left(\frac{S-x}{S}\right)^2 + 1{,}602\left(\frac{S-x}{S}\right)^3 + \ldots\right\} \quad . \quad (161)$$

Dies ist der Ausdruck in x des Verhältnisses, dessen Werth jenen der Abseissen mittelst der Gleichungen (158) und (159) gibt.

160. Die Länge der Kette ist in der Regel eine der Gegebenen des Problems; sie wird ausgedrückt, wenn man die Variable n klar macht, durch

$$S_x = \left(n-\frac{1}{2}\right)l \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (162)$$

Aber unabhängig von den Fragen, wo es sich nur um die Längen der Hängestangen handelt, und wo folglich der Werth des Bogens S die unabhängige Variable ist, gibt es andere bei der Errichtung von Hängebrücken, wo die Länge des Bogens unbekannt ist, und wo dessen Werth als Funkzion der Sehne und des Pfeils bestimmt werden muß.

Es gibt auch Fälle, wo es erforderlich ist, zu bestimmen, welche Veränderung in der Länge des Pfeils eine in der Länge des Bogens gegebene Vermehrung herbeiführt oder umgekehrt.

In anderen Fällen ist es wieder interessant zu wissen, welche Modifikazion das Gewicht des Gebälks und der Stangen in dem Pfeil einer nicht belasteten gespannten Tragkette bewirkt.

Von allen diesen Fragen wird im nächsten Abschnitte gehandelt werden.

161. Wenn es sich nur um ein annäherndes Verhältniß zwischen der Sehne, dem Bogen und dem Pfeil handelte, wie dies der Fall ist, wenn approximativ

Digitized by Google

die Länge der Kette einer Brücke bestimmt werden soll, deren Pfeil und Sehne gegeben sind, so könnte man sich der Formeln (59) oder (63) der Parabel bedienen, was alsdann die gesuchte Länge der Kette geben würde. Wird dieser bekannte Werth von S in die Gleichung (155) oder (158) gebracht, so läßt sich der entsprechende Pfeil oder die Sehne mit großer Genauigkeit bestimmen. Wir werden aber, wie bereits bemerkt, in dem folgennde Abschnitt die Berechnungsmethoden untersuchen, mittelst welcher sich alle Lösungen der zahlreichen Probleme, wie sie bei Hängebrücken vorkommen, direkt gewinnen lassen.

162. Die Spannung der verschiedenen Seiten des Polygons hat zum Ausdruck, wie in der Darstellung der Grundprincipien gesagt wurde, die Gleichung (24):

$$t_n = \sqrt{Q^2 + P^2_n} = \sqrt{Q^2 + s^2 S^2} = Q\sqrt{1 + \left(\frac{8s}{Q}\right)^2} \quad \ldots (163)$$

in welchem Ausdruck der horizontale Komponent die gewöhnliche unbekannte Größe ist, welche aus den Gleichungen (157) oder (161) gefunden wird, je nachdem der Pfeil oder die Sehne der durch die Ketten beschriebenen Kurve in dem Problem gegeben ist*).

163. Die Tangente des Winkels, den die der Länge S der Kette entsprechende Seite derselben bildet, ist, wie bekannt, durch folgendes Verhältniß gegeben:

$$\text{tang}\, \alpha_n = \frac{P_n}{Q} = \frac{s\,8}{Q} \quad \ldots (164)$$

das heißt, der Werth dieser Tangente ist direkt in den Gleichungen (157) und (161) gegeben, von denen jede als Funktion der verschiedenen Gegebenen ausgedrückt ist.

Graphische Auflösungen, den vorigen Fall betreffend. — 164. Wie in den vorigen Kapiteln gezeigt wurde, gibt es Fälle, wo der Ingenieur die graphischen Konstrukzionen den algebraischen Formeln vorzuziehen hat, und wieder andere, wo beide Methoden der Auflösung zugleich anzuwenden sind, indem die eine entweder zur Vervollständigung oder zur Kontrolirung der durch die andere gelieferten Resultate dient.

Aus diesem Grunde wollen wir wie früher bei der Parabel den graphischen Entwurf der Kette aus den mechanischen Eigenthümlichkeiten dieser Kurve ableiten.

165. Da die Kurve oder das Polygon unter der Wirkung der gleichmäßig auf dieselbe vertheilten Belastungen im Gleichgewicht sein muß, so folgt, daß die Figur auf dieselbe Weise entworfen wird wie bei der Bestimmung der Parabel, mit dem einzigen Unterschied in der Vertheilung der Gewichte, daß bei den einander gleich langen Seiten in unserem jetzigen Falle die Scheitel und folglich die Befestigungspunkte der Gewichte äquidistant auf der Kette sind, anstatt auf der Horizontalen wie bei der Parabel.

Nachdem man also (Fig. 60) zwei aufeinander senkrecht stehende Linien AB und AC gezogen hat, trägt man auf AB ein Stück $A1 = \frac{1}{2}$, gleich der Hälfte der konstanten Länge 1 der Seiten des Polygons auf.

Trägt man ferner auf der durch 1 gezogenen Senkrechten eine Länge proporzional $P_1 = p$ auf, welche das auf dem Scheitel 1 drückende Gewicht ist, und nimmt dann auf AB eine Länge, welche den horizontalen Komponenten Q darstellt, so hat man durch die schräge Linie t_1 die Resultante von P_1 und Q dargestellt, das heißt die Spannung der gesuchten Seite 1, 2, welche t_1 parallel ist.

Fällt man vom Scheitel Nr. 2 einen Perpendikel auf AB und trägt auf dieser neuen Senkrechten von der Linie AB aus eine Länge $P_2 = 2p$ auf, welche die ganze vom tiefsten Punkt bis zum Scheitel Nr. 2 auf das Polygon drückende Belastung darstellt, so erhält man eine neue schräge Linie t_2, die Resultante von P_2 und Q. Diese Linie t_2, welche die Spannung der neuen gesuchten Seite 2, 3 darstellt, dient dazu, diese neue Seite zu ziehen, indem man durch den Scheitel Nr. 2 eine t_2 parallele Linie zieht.

Diese neue Seite gibt einen dritten Scheitel Nr. 3, durch welchen man wieder eine Senkrechte zieht, auf der eine neue Linie P_3 aufgetragen wird; diese gibt mit dem konstanten Komponenten Q eine neue schräge Linie t_3, mittelst welcher die vierte Seite des Polygons 3, 4 konstruirt wird, u. s. w. bis zum letzten Scheitel.

Wie man sieht, liefert diese Zeichnung, welche die genaue Figur des Polygons gibt, direkt alle Elemente, die zur Konstrukzion eines solchen Polygons erfor-

*) In den Gleichungen (163) und (164) ist P_n durch $s\,8$ anstatt durch $s\left(8 + \frac{1}{2}\right)$ ersetzt. In dieser Substituzion liegt ein Irrthum, der durch $\frac{s\,1}{2}$ relativ zu P_n dargestellt wird. Ob dieser Irrthum im speciellen Falle gerechtfertigt werden kann, ist Sache des Ingenieurs.

Digitized by Google

derlich sind. In der Praxis aber erreichen die Polygone zuweilen eine so bedeutende Entwicklung, daß das angegebene Verfahren gar nicht mehr anwendbar wäre, wenn man darauf bestände die Größen der Konstruktionselemente mit einer gewissen Genauigkeit zu haben.

In diesem Fall zieht man die Figur gleichsam zusammen, indem man sie auf ein Minimum von Fläche reduzirt, wie oben bei Fig. 35 gezeigt worden ist.

Nachdem man zwei senkrecht aufeinander stehende gerade Linien A B und B C (Fig. 61) gezogen hat, nimmt man A B = Q und auf der Senkrechten B C trägt man Stücke auf, welche die Belastungen p, 2 p, 3 p, 4 p u. s. w. darstellen; dann vereinigt man die Endpunkte dieser Längen mit dem Punkt A und erhält so die Linien $t_1, t_2, t_3, t_4, \ldots$ u. s. w., welche in ihrer Größe und Neigung die Spannungen der respektiven Seiten des Polygons darstellen.

Vom Punkt A aus beschreibt man mit einem Radius, der der gegebenen Länge l einer der Seiten des Polygons gleich ist, den Kreisbogen a b, der in seinen Berührungspunkten mit den einzelnen schrägen Linien die Scheitel 2, 3, 4, 5, u. s. w. des gesuchten Polygons gibt.

Diese Zeichnung (Fig. 61) gibt also alle Elemente des Polygons: die Vergrößerungen v_1, v_2, v_3 u. s. w. der Ordinaten; die Vergrößerungen h_1, h_2, h_3 u. s. w. der Abscissen; die Spannungen t_1, t_2, t_3 u. s. w. der Seiten des Polygons, so wie die Neigung dieser Seiten zum Horizont.

Da sich nun diese Zeichnung in einem so großen Maßstabe ausführen läßt, als man für passend hält, so läßt sich mit ihr der gewünschte Grad von Genauigkeit erreichen.

Sowohl wegen des Minimums von Flächenraum für die Zeichnung als auch wegen ihrer großen Genauigkeit ist die Methode wirklich praktisch und läßt sich deshalb in den meisten einigermaßen komplicirten Fällen der Ausführung zweckmäßig anwenden.

Verhältnisse zwischen dem Bogen, der Sehne und dem Pfeil der Kettenlinie mit den korrespondirenden Elementen der Parabel. — 166. Die hier abgehandelte Kurve, welche Hängebrücken angehört, deren Belastung gleichmäßig auf die Kette vertheilt ist, ist auch nach dieser Definizion diejenige, welche die unbelastet gespannten Ketten beschreiben, das heißt ehe sie die Stangen und die Brückenbahn zu tragen haben.

Nun ist es aber in sehr vielen Fällen nothwendig die Verhältnisse, die zwischen dem Bogen, dem Pfeil oder der Sehne der ledig gespannten Tragketten existiren können, und die analogen Elemente der mit dem Gewicht der Brücke belasteten Ketten zu kennen.

Von allen den Kurven, die die Ketten einer Hängebrücke darbieten können, wollen wir diejenigen herausnehmen, welche die Ketten beschreiben, wenn man das Gewicht als gleichmäßig auf die Horizontale vertheilt annimmt. In diesem Falle, dem gewöhnlichsten, ist, wie wir aus dem Vorstehenden wissen, die Kurve eine Parabel.

Wir müssen also zwischen der Kettenlinie, der Kurve, welche die ledig gespannten Tragketten beschreiben, und der Parabel, der anderen Kurve, welche die Ketten einer Hängebrücke annehmen, deren Belastung der Abcisse der Kurve proporzional ist, die Verhältnisse aufstellen, von denen im Anfang dieses Abschnittes die Rede war.

167. Mittelst der oben gefundenen verschiedenen Werthe des Verhältnisses $\frac{\pi s}{Q}$ können wir die Ordinaten als Funkzion der Abscissen ausdrücken und umgekehrt.

Wenn man in der Gleichung (155) die successiven und unpaaren Größen der Werthe $\left(\frac{\pi s}{Q}\right)$, wie sie aus (161) hervorgehen, substituirt, so erhält man

$$y = S\sqrt{\frac{S-x}{S}}\left\{1{,}225 - 0{,}18375\left(\frac{S-x}{S}\right) - \right.$$
$$\left. - 0{,}0196\left(\frac{S-x}{S}\right)^2 - 0{,}13414\left(\frac{S-x}{S}\right)^3\right\}. \quad (165)$$

folglich lassen sich in der Praxis die Werthe der Ordinaten der Kettenlinie als Funkzion der Abscissen und des entsprechenden Bogens bestimmen.

168. Der Werth der Abscisse als Funkzion der Ordinate und des Bogens ergibt sich aus der Gleichung (158), in der die Werthe der in (157) gewonnenen successiven paarigen Größen von $\frac{\pi s}{Q}$ substituirt werden.

Man erhält:

$$x = S\left\{1 - \frac{2}{3}\left(\frac{y}{S}\right)^2 - \frac{2}{15}\left(\frac{y}{S}\right)^4 - \frac{2}{35}\left(\frac{y}{S}\right)^6 - \text{ꝛc.}\right\}. \quad (166)$$

Dies ist die Gleichung, welche die Abscisse oder die Sehne der Kettenlinie kennen lehrt, wenn die Ordinate

Digitized by Google

oder der Pfeil der Kurve, so wie der entsprechende Bogen gegeben ist, wobei dieser Bogen von seinem tiefsten Punkte aus gerechnet wird, nämlich von dem Punkte, wo er die Horizontale berühret, oder wo die Abscissen gemessen werden.

169. Wollte man sich auf die drei ersten Ausdrücke der Gleichung beschränken, so ließe sich daraus der Ausdruck des Pfeils der Kettenlinie als Funkzion der Länge des Bogens und der entsprechenden Sehne ableiten; man würde dergestalt folgende Gleichung erhalten, die von einem Mathematiker auf einem andern Wege gefunden wurde:

$$f = S\sqrt{\frac{-5+\sqrt{55-30\frac{h}{S}}}{2}}. \quad (167)$$

170. Wir wollen jetzt suchen einen Ausdruck für die Veränderung des Pfeils zu bestimmen, welche die Kettenlinie in ihree Umwandlung in die Parabel eeleidet.

Um die entsprechenden Elemente der beiden fraglichen Kurven in den Gleichungen, die ihr Verhältniß zueinander zeigen sollen, nicht zu verwirren, wollen wir in Folgendem den Bogen, die Ordinate und die Abscisse der Kettenlinie mit S, y und x, und Bogen, Ordinate und Abscisse der entsprechenden Parabel mit C, f und h bezeichnen.

Von dem Ausdruck der Abscisse der Kettenlinie, welchee in (166) gegeben ist, leitet man durch die Methode der rückkeheenden Reihen

$$y^2 = S^2\left\{\frac{30}{20}\left(\frac{S-x}{S}\right) - \frac{9}{20}\left(\frac{S-x}{S}\right)^2 - 0{,}0193\left(\frac{S-x}{S}\right)^3 - \right.$$
$$\left. -0{,}0096\left(\frac{S-x}{S}\right)^5 - \text{ꝛc.}\ldots\right\} \quad \ldots (168)$$

für den Werth des Quadrats der Ordinate der Kettenlinie als Funktion der Abscisse und des entsprechenden Bogens der nämlichen Kurve ab.

Zieht man nun durch die Methode der rückkehrenden Reihen den Werth des Quadrats der Ordinate der Parabel aus der Gleichung (61), in der man $\frac{\pi}{Q}$ durch $\frac{2y}{x^2}$ substituirt hat, so erhält man:

$$f^2 = h^2\left\{\frac{30}{20}\left(\frac{C-h}{h}\right) + \frac{27}{20}\left(\frac{C-h}{h}\right)^2 - 0{,}463\left(\frac{C-h}{h}\right)^3 + \ldots\right\}$$
$$\ldots (169)$$

Aus diesen Gleichungen läßt sich der Unteeschied der Pfeile beider Kurven ableiten.

Auf einer gemeinschaftlichen Sehne BD (Fig. 62) konstruiren wir eine Parabel A'C'B und die Kettenlinie ACB, deren Bogen gleiche Länge haben.

AD = y ist der Pfeil der Kettenlinie und A'D = f der der Parabel.

Stellt man durch Δ den Bruch dar, welcher ausdrückt, um wie viel der Pfeil der Parabel dem der Kettenlinie bei gleich langem Bogen übeetrifft, so erhält man:

$$\left.\begin{aligned} f - y &= AA' = \Delta f \\ \text{folglich}\quad y &= f - \Delta f \end{aligned}\right\} \ldots (170)$$

Will man sich aber der voeigen Gleichungen (168) und (169) bedienen, so muß man seţen:

$$\left.\begin{aligned} f^2 - y^2 &= f^2 - (f-\Delta f)^2 = 2f^2\left(\Delta - \frac{\Delta^2}{2}\right) \\ \text{folglich}\quad \left(\Delta - \frac{\Delta^2}{2}\right) &= \frac{f^2-y^2}{2f^2} \end{aligned}\right\} \ldots (171)$$

Mithin zieht man die Gleichungen (168) und (169) voneinander ab und dividirt den Unterschied durch $2f^2$, so hat man den Unterschied zwischen den Pfeilen beider Kurven bis auf die Hälfte des Quadrats dieses Unteeschiedes. Da aber dieser Unterschied Δ selbst ein sehr kleiner Bruch ist, so folgt, daß der bei Weglassung der Hälfte seines Quadrats begangene Fehler keinen für die Praxis erheblichen Irethum in den Resultaten herbeiführt. Man hat also

$$\left(\Delta - \frac{\Delta^2}{2}\right) = \frac{1}{2f^2}\left\{\begin{aligned} &\frac{30}{20}\left\{h(C-h) - S(S-x)\right\} \\ &+\frac{9}{20}\left\{3(C-h)^2 + (S-x)^2\right\} \\ &-\frac{0{,}46}{h}(C-h)^3 + \frac{0{,}0193}{S}(S-x)^3 \\ &+\frac{0{,}83}{h^2}(C-h)^4 + \frac{0{,}0096}{S^2}(S-x)^4 \\ &-\text{ꝛc.} \end{aligned}\right\}$$
$$\ldots (172)$$

Unsere Untersuchung aber verlangt, daß zugleich

$$S = C$$
$$x = h$$

ist, so daß die vorige Gleichung lautet

$$\left(\Delta - \frac{\Delta^2}{2}\right) = \frac{1}{2f^2}\left\{\begin{aligned} &\frac{30}{20}(C-h)(h-C) \\ &+\frac{36}{20}(C-h)^2 \\ &-(C-h)^3\left(\frac{0{,}46}{h} + \frac{0{,}0193}{C}\right) \\ &+(C-h)^4\left(\frac{0{,}83}{h^2} + \frac{0{,}0096}{C^2}\right) \\ &-\text{ꝛc.} \end{aligned}\right\}$$
$$\ldots (173)$$

Digitized by Google

Beachtet man aber, daß die Koefficienten, welche h in verschiedenen Größen zu Nennern haben, sehr schwach sind, so kann man die vorige Gleichung noch vereinfachen, indem man die Sehne für den Bogen nimmt, das heißt, indem man $\frac{0{\cdot}0193}{C}$ und $\frac{0{\cdot}0096}{C}$ durch $\frac{0{\cdot}0193}{h}$ und $\frac{0{\cdot}0096}{h}$ ersetzt. Man erhält also

$$\left(\Delta - \frac{\Delta^2}{2}\right) = \frac{1}{2f^2}\left\{0{\cdot}3\,(C-h)^2 - \frac{0{\cdot}44}{h}\,(C-h)^3 + \right.$$
$$\left. + \frac{0{\cdot}84}{h^2}(C-h)^4 - \text{ꝛc.}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (174)$$

Diese Gleichung enthält aber die drei variabeln Größen C, h und f, von welchen immer eine nothwendig Funkzion der beiden andern ist. Nun sind aber der Pfeil und die Sehne die beiden veränderlichen Größen, welche der gewöhnlichen Art des Problems nach unabhängig sind, insoferne als sie im Problem gewöhnlich gegeben sind. Es muß also in dieser Gleichung wieder der Bogen C als Funkzion seines Pfeils und seiner Sehne gesetzt werden.

Substituirt man nun in der Gleichung (61) $\frac{\pi}{Q}$ durch

$$\frac{2f}{x^2} \text{ so ist } (C-h) = \left\{\frac{h}{6}\left(\frac{2f}{h}\right)^2 - \frac{h}{40}\left(\frac{2f}{h}\right)^4 + \right.$$
$$\left. + \frac{h}{112}\left(\frac{2f}{h}\right)^6 - \text{ꝛc.}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (175)$$

Erhebt man die beiden Glieder dieser Gleichung auf die zweite und dritte Potenz und ersetzt in der Gleichung (174) $(C-h)^2$ und $(C-h)^3$ durch ihre aus der obigen Gleichung abgeleiteten Werthe, so erhält man, wenn man sich auf die vierte Potenz von $\left(\frac{f}{h}\right)$ beschränkt:

$$\left(\Delta - \frac{\Delta^2}{2}\right) = \frac{1}{15}\frac{f^2}{h^2} - 0{\cdot}145\,\frac{f^4}{h^4} \quad . \quad . \quad (176)$$

Wollte man eine größere Genauigkeit haben, so würde man diesen annähernden Werth $\Delta = \frac{1}{15}\frac{f^2}{h^2} - 0{\cdot}145\,\frac{f^4}{h^4}$ zum Quadrat erheben, würde dann halbiren und die Hälfte von (176) abziehen; beschränkt man sich dann auf die Ausdrücke auf $\frac{f^4}{h^4}$ so hätte man

$$\Delta = \frac{1}{15}\frac{f^2}{h^2} - 0{\cdot}143\,\frac{f^4}{h^4} \quad . \quad . \quad (177)$$

Dies ist die Formel, welche das Plus des Pfeils f der Parabel über den Pfeil y der Kettenlinie gibt; der Pfeil f ist als Einheit genommen und die beiden Kurven haben gleich lange Bogen und gleich lange Sehnen. Δ genügt stets dem in (170) ausgedrückten Verhältniß.

Mithin ist der Ausdruck des Pfeils y der Kettenlinie als Funkzion der parabolischen Elemente f und h:

$$y = f\,(1-\Delta) = f\left(1 - 0\,0666\,\frac{f^2}{h^2} + 0{,}143\,\frac{f^4}{h^4}\right) \quad (178)$$

171. Man kann auch das umgekehrte Problem aufzulösen haben, d. h. man kennt die Kettenlinie ACB durch ihren Pfeil, ihre Sehne und ihren Bogen, und soll den Pfeil der Parabel finden, in welche sich diese Kettenlinie mit Beibehaltung ihrer Bogenlänge und ihrer Sehne verwandelt.

Bezeichnet man mit Δ_1 den gesuchten Unterschied, so hat man

$$y + \Delta_1 y = f = y\,(1+\Delta_1) \quad . \quad . \quad . \quad (179)$$

Nach dem Vorstehenden ist aber auch

$$f(1-\Delta) = y$$

woraus sich folgendes Verhältniß ergibt:

$$f\Delta = y\,\Delta_1 \Bigg\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (180)$$
$$\Delta_1 = \frac{f}{y}\,\Delta \Bigg\}$$

folglich

Setzt man in dieser Gleichung statt f seinen Werth (179), so ist

$$\Delta_1 = \frac{y(1+\Delta_1)}{y}\,\Delta = \Delta + \Delta\,\Delta_1.$$

Dieser Werth von Δ_1 besteht also aus dem oben gefundenen Werth Δ und einem zweiten Unterschied Δ_1, den man ohne für die Praxis erheblichen Irrthum durch den zweiten Unterschied Δ^2 ersetzen kann. Man hat also:

$$\Delta_1 = \Delta + \Delta^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (181)$$

Der Ausdruck des Werthes von Δ_1 als Funkzion der bekannten Elemente der Kettenlinie hängt also jetzt nur von dem Ausdruck von Δ in y und x ab, nämlich dem bekannten Pfeil und der Sehne der Kettenlinie.

Hierzu bedienen wir uns der Gleichung (177) und setzen der Abkürzung halber:

$$\frac{1}{15} = a, \qquad 0{,}143 = b \quad . \quad . \quad . \quad (182)$$

Die Gleichung (177) hat die Form:

$$\Delta = a\,\frac{f^2}{h^2} - b\,\frac{f^4}{h^4}.$$

Wie vorausgesetzt wurde, sind die Sehnen der beiden Kurven gleich, also h = x, folglich lautet die vorige Gleichung:

$$\Delta = a\,\frac{f^2}{x^2} - b\,\frac{f^4}{x^4}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (183)$$

Digitized by Google

wo man nur f durch ſeinen Werth in y zu erſetzen hat, um den geſuchten Ausdruck von Δ zu erhalten.

Wir haben aber

$$f = y + \Delta_1 y.$$

Dies gibt für die zweite und dritte Potenz von f, wenn wir von den Ausdrücken, welche den über der erſten Potenz ſtehenden Unterſchied Δ_1 enthalten, abſehen:

$$f^2 = y^2 + 2y^2\Delta_1 = y^2(1 + 2\Delta_1)$$
$$f^3 = y^3 + 4y^3\Delta_1 = y^3(1 + 4\Delta_1).$$

Der obige Ausdruck von Δ lautet alſo, wenn man f als Funkzion von y ſubſtituirt hat:

$$\Delta = a\frac{y^2}{x^2} + 2a\frac{y^2}{x^2}\Delta_1 - b\frac{y^4}{x^4} - 4b\frac{y^4}{x^4}\Delta_1 \quad . . (184)$$

Um aber die Werthe der Koefficienten, welche Δ_1 enthalten, in dieſe Gleichung zu bringen, kann man, ohne einen merkbaren Irrthum befürchten zu müſſen, den erſten Ausdruck der Gleichung (177) nehmen, in welcher man ſtatt des Verhältniſſes $\frac{f}{h}$ das Verhältniß $\frac{x}{y}$, welches ſich auf die Kettenlinie bezieht, ſubſtituirt hat.

Setzt man alſo $a\frac{y^2}{x^2}$ anſtatt Δ_1, ſo erhält man

$$\Delta = a\frac{y^2}{x^2} + 2a^2\frac{y^4}{x^4} - b\frac{y^4}{x^4} - 4ab\frac{y^6}{x^6}$$

und läßt man den Ausdruck $\frac{y^6}{x^6}$ weg, ſo iſt

$$\Delta = a\frac{y^2}{x^2} + (2a^2 - b)\frac{y^4}{x^4} \quad . . . . (185)$$

Aus dieſer Gleichung erhält man den Werth von Δ^2, wenn man die Potenzen von $\frac{y}{x}$, welche die vierte überſteigen, vernachläßigt:

$$\Delta^2 = a^2\frac{y^4}{x^4} \quad . . . . . (186)$$

Folglich lautet die Gleichung (181), wenn man anſtatt Δ und Δ^2 ihre obigen Werthe und ſtatt a und b ihre numeriſchen Werthe (182) ſetzt:

$$\Delta_1 = \Delta + \Delta_2 = a\frac{y^2}{x^2} + (3a^2 - b)\frac{y^4}{x^4} = \frac{1}{15}\frac{y^2}{x^2} -$$
$$- 0{,}1297\,\frac{y^4}{x^4} \quad . . . . . (187)$$

Dies iſt der Ausdruck des Bruches von dem Pfeil y der Kettenlinie, der zu dieſem Pfeil der Kettenlinie hinzu addirt werden muß, um den Pfeil der entſprechenden Parabel zu erhalten, d. h. der Parabel, welche einen gleich langen Bogen und dieſelbe Sehne hat wie die Kettenlinie.

Der Ausdruck des Pfeils der Parabel, die der Kettenlinie entſpricht, iſt alſo:

$$f = y(1 + \Delta_1) = y\left(1 + 0{,}0666\,\frac{y^2}{x^2} - 0{,}1297\,\frac{y^4}{x^4}\right) \quad (188)$$

172. Ein anderes intereſſantes Problem iſt, das Verhältniß zu finden, welches zwiſchen der Bogenlänge der Kettenlinie und der der Parabel exiſtirt, wenn dieſe Kurven gleichen Pfeil und gleiche Sehne haben.

Es ſei (Figur 63) ein Parabelbogen Ad'B und der Bogen einer Kettenlinie A d B mit gemeinſchaftlichem Pfeil und Sehne C B = x = h und A C = f = y; es wird der Unterſchied in der Länge der Bogen beider Kurven als Funkzion des Pfeiles und der Sehne geſucht.

Praktiſch ausgedrückt lautet dieſes Problem folgendermaßen: wenn die Kette einer Hängebrücke, welche die Kettenlinie A d B beſchreibt, unbelaſtet geſpannt iſt, ſo fragt ſich, um wie viel dieſe Kette durch Zug nach den Widerlagern zu verkürzt werden muß, damit ſie, wenn ſie mit dem Gewicht der Brücke belaſtet iſt und dann die Parabelform annimmt, noch denſelben Pfeil A C = f behält.

Es ließe ſich dieſes Problem offenbar mittelſt obiger Formeln löſen; indeſſen wären die Berechnungen zu lang. Wir halten es mithin für zweckmäßiger, eine einzige Formel aufzuſtellen, welche dieſen Unterſchied direkt gibt.

Wenn man mit S und C die Bogen der Kettenlinie und der Parabel, mit x, y und f, h die Pfeile und Sehnen dieſer Kurven, und ferner mit s den Bruch ausdrückt, welcher den Unterſchied zwiſchen dieſen beiden Bogen angibt, ſo iſt $C + sC = S$ . . . . . (189)
folglich $sC = S - C$ . . . . . (190)

Wie erſichtlich erfordert dieſe Auflöſung, daß man die Gleichungen der beiden Bogen S und C als Funkzion derſelben Gegebenen hat, welche hier der Pfeil und die Sehne ſind. Nun läßt ſich aber aus den oben gefundenen Gleichungen der Kettenlinie der Werth des Bogens als Funkzion der Sehne und des Pfeils nicht ableiten; um dieſes Verhältniß zwiſchen dem Bogen dieſer Kurve und ihrem Pfeil und ihrer Sehne zu erhalten, braucht man aber nur in dem Ausdruck des paraboliſchen Bogens anſtatt des Pfeiles f der Parabel den Werth dieſes Pfeils, ausgedrückt als Funkzion des Pfeils y der Kettenlinie (Gleichung 188), zu ſubſtituiren.

Digitized by Google

Der paraboliſche Bogen hat zum Ausdruck, wie wir ſchon in Gleichung (175) geſehen haben:

$$C = h\left\{1 + \frac{2}{3}\frac{f^2}{h^2} - \frac{2}{5}\frac{f^4}{h^4} + \frac{4}{7}\frac{f^6}{h^6} - \frac{10}{9}\frac{f^8}{h^8} + \ldots\right\} \quad (191)$$

Anderntheils wird der Pfeil f der Parabel als Funkzion des Pfeils y der Kettenlinie nach der Gleichung (188) ausgedrückt durch

$$f = y\left(1 + 0{,}0666\,\frac{y^2}{x^2} - 0{,}143\,\frac{y^4}{x^4}\right).$$

Wenn man alſo die verſchiedenen Potenzen von f in der Gleichung (191) durch die aus dem zweiten Glied der obigen Gleichung abgeleiteten Aequivalente ſubſtituirt, ſo erhält man die Gleichung des Bogens der Kettenlinie als Funkzion ſeines Pfeils und ſeiner Sehne.

Nimmt man nun die verſchiedenen paarigen und aufeinander folgenden Potenzen von f und beſchränkt ſich auf die achten Potenzen von y, ſo erhält man:

$$\left.\begin{aligned} f^2 &= y^2\left(1 + 0{,}1333\,\frac{y^2}{x^2} - 0{,}2816\,\frac{y^4}{x^4} - 0{,}019\,\frac{y^6}{x^6}\right)\\ f^4 &= y^4\left(1 + 0{,}2666\,\frac{y^2}{x^2} - 0{,}5454\,\frac{y^4}{x^4}\right)\\ f^6 &= y^6\left(1 + 0{,}3999\,\frac{y^2}{x^2}\right)\\ f^8 &= y^8 \end{aligned}\right\} \quad (192)$$

Die Gleichung (191) lautet alſo, wenn man anſtatt f ſeine verſchiedenen in (192) gefundenen Werthe ſetzt und C = S und h = x macht:

$$S = x\left\{1 + \frac{2y^2}{3x^2} + 0{,}0888\,\frac{y^4}{x^4} - 0{,}1878\,\frac{y^6}{x^6} - 0{,}0126\,\frac{y^8}{x^8} - \frac{2}{5}\frac{y^4}{x^4} - 0{,}1064\,\frac{y^6}{x^6} + 0{,}2182\,\frac{y^8}{x^8} + \frac{4}{7}\frac{y^6}{x^6} + 0{,}2284\,\frac{y^8}{x^8} - \frac{10}{9}\frac{y^8}{x^8}\right\} \quad \ldots\ (193)$$

oder durch Redukzion

$$S = x\left\{1 + \frac{2y^2}{3x^2} - 0{,}311\,\frac{y^4}{x^4} + 0{,}2772\,\frac{y^6}{x^6} - 0{,}4771\,\frac{y^8}{x^8}\right\} \quad \ldots\ (194)$$

Dies iſt der Ausdruck des Bogens der Kettenlinie als Funkzion des entſprechenden Pfeils und der Sehne.

Um den geſuchten Unterſchied zu erhalten, braucht man jetzt nur die Gleichungen (194) und (191) von einander abzuziehen; nach geſchehener Reduktzion und mit Beibehaltung der Zeichen, welche der Parabel gehören, um anzuzeigen, daß die Länge des Bogens dieſer letzteren Kurve als Einheit genommen wird, oder daß der Unterſchied ϑ einen Bruch im Verhältniß zur Länge des Parabelbogens ausdrückt, erhält man:

$$\vartheta C = S - C = h\left\{0{,}089\,\frac{f^4}{h^4} - 0{,}294\,\frac{f^6}{h^6} + 0{,}634\,\frac{f^8}{h^8} - \text{ꝛc.}\right\} \quad \ldots\ (195).$$

Dies iſt der Ausdruck des Unterſchieds zwiſchen dem Bogen einer Parabel und dem einer Kettenlinie von gleichem Pfeil und Sehne.

Wollte man die Länge des Bogens der Kettenlinie anſtatt, wie wir gethan haben, der des Parabelbogens als Einheit annehmen, ſo braucht man nur

$$\vartheta_1 S = \vartheta C \quad \ldots\ (196)$$

zu ſetzen, wo ϑ_1 den Bruch ausdrückt, um welchen der als Einheit genommene Bogen der Kettenlinie vermindert werden muß, um an Länge dem Parabelbogen von gleichem Pfeil und Sehne gleich zu werden.

Da die Totalunterſchiede $\vartheta_1 S$ und ϑC beider Bogen gleich ſind, ſo iſt ihr gemeinſchaftlicher Ausdruck der des zweiten Gliedes der Gleichung (195), in welcher y und x anſtatt f und h geſetzt werden muß, um auszudrücken, daß die Länge des Bogens der Kettenlinie hier als Einheit genommen iſt.

Man hat alſo:

$$-\vartheta_1 S = -x\left\{0{,}089\,\frac{y^4}{x^4} - 0{,}294\,\frac{y^6}{x^6} + 0{,}634\,\frac{y^8}{x^8}\right\} \quad (197)$$

für die Gleichung der Länge, um welche der Bogen der Kettenlinie verkürzt werden muß, um die Länge des Parabelbogens von gleichem Pfeil und Sehne zu erhalten.

Wie man in der Gleichung (196) ſieht, iſt der Werth von ϑ_1 wenig verſchieden von ϑ, da dieſe Unterſchiede ſich umgekehrt verhalten wie die Bogenlänge beider Kurven AdB und Ad'B (Fig. 63) und der Unterſchied beider Kurven iſt ſelbſt ſehr gering, wie man ſich bei einem Blick auf die Gleichung (195) leicht überzeugt.

Wollte man übrigens einen annähernden Ausdruck dieſes zweiten Unterſchieds ($\vartheta - \vartheta_1$) haben, nicht als ob derſelbe eine meßbare Größe wäre, wenigſtens in den gewöhnlichen Fällen der Praxis, ſondern nur um eine geiſtig auffaßbare Größe zu haben, ſo braucht man ſich nur zu erinnern, daß

$$\vartheta C = \vartheta_1 S = \vartheta_1 (C + \vartheta C) = C(\vartheta_1 + \vartheta\vartheta_1)$$

folglich

$$\left.\begin{aligned} \vartheta &= \vartheta_1 + \vartheta\vartheta_1\\ \vartheta - \vartheta_1 &= \vartheta\vartheta_1 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ (198)$$

Digitized by Google

das heißt, daß dieſer Unterſchied der Unterſchiede gleich wäre dem Produkt dieſer nämlichen Unterſchiede; eine offenbar ſehr geringe Größe, da die Unterſchiede ſelbſt außerordentlich kleine Brüche ſind.

173. Unabhängig von den vorſtehenden Problemen gibt die Kettenlinie oder die durch die ledig geſpannte Kette einer Hängebrücke beſchriebene Kurve öfter Anlaß zu der doppelten Aufgabe:

1. den Werth der Vergrößerung des Bogens der Kettenlinie für eine gegebene Vergrößerung des Pfeils der urſprünglichen Kettenlinie zu finden; oder umgekehrt:

2. die Vergrößerung des Pfeils der Kettenlinie für eine gegebene Vergrößerung des Bogens der urſprünglichen Kettenlinie zu beſtimmen.

Mit der Beantwortung dieſer beiden Fälle ſoll dieſer Abſchnitt geſchloſſen werden.

174. Der Bogen der Kettenlinie wird ausgedrückt (194)

$$S = x\left\{1 + \frac{2y^2}{3x^2} - 0{,}311\,\frac{y^4}{x^4} + 0{,}2772\,\frac{y^6}{x^6} - \right.$$
$$\left. - 0{,}4771\,\frac{y^8}{x^8} + \ldots.\right\} \ldots . \quad (199)$$

Um zu wiſſen, wie groß die Verlängerung ΔS des Bogens S iſt, wenn der Pfeil y um δy wächſt, braucht man in der vorigen Gleichung nur $S + \Delta S$ für S und $y + \delta y$ für y zu ſetzen. Man erhält ſo für den Werth von ΔS als Funkzion von δy, wenn man ſich auf die erſten Glieder beſchränkt:

$$\Delta S = x\left\{\begin{array}{l} \delta\left(\frac{4y^2}{3x^2} - 1{,}245\,\frac{y^4}{x^4} + 1{,}633\,\frac{y^6}{x^6} - \ldots.\right) \\ + \delta^2\left(\frac{2y^2}{3x^2} - 1{,}867\,\frac{y^4}{x^4} + 4{,}158\,\frac{y^6}{x^6} - \ldots.\right) \\ + \delta^3\left(- 1{,}245\,\frac{y^4}{x^4} + 5{,}544\,\frac{y^6}{x^6} - \ldots.\right) \end{array}\right\}$$
$$\ldots . \quad (200)$$

$$\delta y = y\left\{\begin{array}{l} \frac{\Delta S}{x}\left(0{,}75\,\frac{x^2}{y^2} + 0{,}7005 - 0{,}281\,\frac{y^2}{x^2} - 1{,}135\,\frac{y^4}{x^4}\right) \\ + \frac{\Delta^2 S^2}{x^2}\left(- 0{,}281\,\frac{x^4}{y^4} + 0{,}037 - 2{,}111\,\frac{y^2}{x^2} - 3{,}151\,\frac{y^4}{x^4}\right) \\ + \frac{\Delta^3 S^3}{x^3}\left(0{,}211\,\frac{x^6}{y^6} + 0{,}342\,\frac{x^4}{y^4} + 0{,}39\,\frac{x^2}{y^2} - 0{,}873 - 7{,}831\,\frac{y^2}{x^2} + 0{,}202\,\frac{y^4}{x^4}\right) \end{array}\right\} \ldots . \quad (202)$$

Dies iſt der Ausdruck der Verlängerung des Pfeils y bei einer Vergrößerung des Bogens S um ΔS.

177. In den meiſten Fällen der Praxis aber kann man ſich bei dem ſchwachen Werth von ΔS auf die erſten Ausdrücke dieſer Formel beſchränken, und man erhält ſo folgende praktiſche Formel:

175. In der Praxis iſt die Vergrößerung meiſtens ein ſehr kleiner Bruch, ſo daß alle Glieder, wo dieſer Bruch zum Quadrat oder einer höhern Potenz erhoben wird, vernachläſſigt werden können.

Folgende Gleichung iſt alſo approximativ genug und kommt dem genauen Werth ΔS um ſo näher als die Vergrößerung δ ſelbſt ſehr ſchwach iſt:

$$\Delta S = x\,\delta\left(\frac{4y^2}{3x^2} - 1{,}245\,\frac{y^4}{x^4}\right) \ldots . \quad (201)$$

Dies iſt der Ausdruck der Verlängerung des Bogens, wie ſie der Vergrößerung des Pfeils der Kurve entſpricht. Damit aber über ſeine Wichtigkeit keine Täuſchung obwalte, wollen wir noch einmal wiederholen: dieſe letzte Formel paßt nur auf kleine Werthe von δ; ſobald dieſes größer wird, muß man ſtatt der Formel (201) die Formel (200) nehmen, die ſich je nach dem Werth von δ und dem Verhältniß $\frac{y}{x}$ und auch nach dem gewünſchten Grad von Genauigkeit durch Auslaſſen einiger ihrer Glieder vereinfachen läßt.

176. In dem Problem iſt nicht immer die Vergrößerung δ des Pfeils gegeben; im Gegentheil iſt zuweilen die Verlängerung ΔS bekannt und es ſoll die Veränderung δy des Pfeils beſtimmt werden.

Um dieſes Problem zu löſen, alſo das umgekehrte wie das vorige, braucht man nur die Gleichung (200), welche ein Verhältniß zwiſchen ΔS und δy aufſtellt, zu nehmen und daraus die Veränderliche δy abzuleiten, indem man ΔS als unabhängige Variable gelten läßt. Nach geſchehener Ausrechnung, die wir hier ihrer Weitſchweifigkeit halber nicht wiedergeben wollen, erhält man:

$$\delta y = y\,\frac{\Delta S}{x}\left(0{,}75\,\frac{x^2}{y^2} + 0{,}7005\right);$$

oder noch einfacher

$$\delta y = \Delta S\left(0{,}75\,\frac{x}{y} + 0{,}7005\,\frac{y}{x}\right) \ldots . \quad (203)$$

178. Wenn wir bei der Unterſuchung der Verhältniſſe, die entweder zwiſchen den verſchiedenen Ele-

Digitized by Google

menten der Kettenlinie oder ihren respektiven Werthen bestehen, ins Detail eingegangen sind, so geschah dies, weil, was auch immer nach Aufstellung der Brücke für eine definitive Kurve statthaben möge, die Kurven der ledigen Ketten, d. h. wenn diese nur ihr eigenes meist gleichmäßiges Gewicht zu tragen haben, eine Kettenlinie bilden.

Um nun aber diese Kette, die sich also unter der Form der Kettenlinie darstellt, zweckmäßig zu regeln, muß der Ingenieur nicht nur die Verhältnisse kennen, welche zwischen dem Pfeil, der Sehne und dem Bogen dieser Kurve existiren, sondern auch wissen, wie viel die Vergrößerung des Pfeils bei einer gegebenen Vergrößerung des Bogens beträgt, oder umgekehrt, welcher Vergrößerung des Bogens eine gegebene Vergrößerung des Pfeils derselben Kurve entspricht. Diese Probleme kommen häufig vor, mag man nun die Tragketten in der Nähe des Bauplatzes fabriciren, oder sie im Bau selbst herstellen, wie dies schon bei mehreren großen Brücken geübt worden ist.

Wir gehen jetzt über zu der ziemlich komplicirten Berechnung der Brücken mit gleich weit auf der Kette voneinander abstehenden Stangen, bei welchen man der Art der variabeln Vertheilung der Gewichte des ganzen Apparates Rechnung trägt.

Von den Gleichgewichtspolygonen der Hängebrücken mit gleich weit auf der Kette von einander abstehenden Hängestangen, mit Berücksichtigung des veränderlichen Gewichtes, wie es von allen Theilen des Apparates abhängt. — 179. Die allgemeine Formel, die den Werth der Ordinate eines Polygons gibt, wenn dessen Seiten so wie die verschiedenen auf seine Scheitel drückenden Gewichte bekannt sind, ist (15) folgende:

$$V_n = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{Q} \Sigma \Pi_n \\ + \frac{1}{2} \frac{1}{Q^3} \Sigma \Pi_n^2 \\ + \frac{3}{8} \frac{1}{Q^5} \Sigma \Pi_n^3 \end{array} \right\} \quad \ldots \quad (204)$$

Hier braucht man nur die Summirungen zu machen, um den Werth der Ordinate V_n zu erhalten, nachdem man anstatt des Zeichens Π_n seinen Werth gesetzt hat.

180. Dieses Gewicht Π_n aber läßt sich hinsichtlich seiner Vertheilung in drei Gruppen von Gewichten zerlegen, von denen jede nach einem ihr eigenthümlichen Gesetze wirkt.

181. In die erste Gruppe stellen wir die Gewichte, die der Länge der Tragkette proporzional so wirken, daß sie der Kette die Form einer Kettenlinie geben. Sie sind:

1. diejenigen, welche den Tragketten selbst angehören;

2. diejenigen, welche den Befestigungstheilen der Hängestangen mit den Ketten und den Balken angehören, welche die Brückenbahn tragen; hierher gehören Sättel, Bügel, Bolzen, Schrauben u. d. m.;

3. diejenigen, welche den Theilen der Hängestangen angehören, die zwischen den beiden parallelen horizontalen Tangenten liegen, nämlich der Tangente der Ketten und der Tangente der untern Kurve der Brückenbahn;

4. das Gewicht der mit den Stangen verbundenen Balken mit all ihrer Armatur, Eisenbeschlag und Knaggen;

5. endlich das Gewicht der Bolzen, Streben u. s. w., die dazu dienen, das Geländer an die Brückenbalken zu befestigen.

183. Da sich die Summe dieser Gewichte betrachten läßt als gleichmäßig auf das Polygon der Ketten vertheilt, so wollen wir seine Intensität auf die Einheit der Länge durch γ ausdrücken.

183. Um das auf die Kette drückende Gewicht als Funkzion von n irgend einer Seite des Polygons auszudrücken, braucht man nur darauf Acht zu haben, daß man an jedem Scheitel die Hälfte des Gewichtes, welches auf jede von diesem Scheitel abgehende Seite drückt, zusammenziehen kann. Da nun aber diese Seiten eine gemeinschaftliche Länge l haben, so wirkt jeder Scheitel, wie wenn er mit dem Gewicht γl belastet wäre. Das auf n Scheitel drückende Totalgewicht, welches aus der ersten Gruppe zusammengesetzt ist, wird also ausgedrückt durch die Formel

$$n \gamma l \ldots \ldots \ldots \ldots (205)$$

184. Die zweite Gruppe begreift alle Gewichte, welche wie diejenigen, die der Brückenbahn zukommen, als preverzional den Horizontalprojekzionen der einzelnen Theile der Kette auf diese vertheilt betrachtet werden können.

Würden die Gewichte dieser Gruppe allein die Kette belasten, so würde diese eine Parabel beschreiben, da ja,

Digitized by Google

wie oben angezeigt wurde, bei der unter der Wirkung der Last im Gleichgewicht befindlichen Parabel die Last, welche von irgend einem Theil ihres Bogens getragen wird, der Horizontalprojektion eben dieses Theils des Bogens proporzional ist. In dem Falle aber, wo die Kette dem kombinirten Drucke von den zwei genannten Gruppen von Gewichten unterworfen ist, muß die resultirende Kurve sowohl an der Form der Kettenlinie, welche sie von der ersten Gruppe hat, als an der Parabelform Theil haben, die sie von der zweiten Gruppe erhält. Diese Kurve differirt um so weniger von der Kettenlinie oder der Parabel, je größer das Uebergewicht der Last der ersten Gruppe über die der zweiten ist, und umgekehrt.

Die Gewichte dieser zweiten Gruppe, welche der Kette die Parabelform zu geben streben, sind:

1. diejenigen, die aus dem gleichförmigen und regelmäßigen Theil der Brückenbahn resultiren, mit Ausschluß der Träger;

2. diejenigen, die den gleichmäßigen Theilen des Geländers angehören.

185. Drücken wir das Totalgewicht dieser zweiten Gruppe auf die Längeneinheit der Brückenbahn durch π aus, so können wir das auf die Scheitel des Polygons, einschließlich bis zum Scheitel n drückende Gewicht durch das Produkt des Gewichts π mit der Horizontalprojekzion dieses Theils des Polygons messen.

Aber der Theil der Bahn, dessen Totalgewicht ganz von den n ersten Stangen getragen wird, ist gleich der Horizontalprojekzion der Länge n l des Polygons. Anstatt zu versuchen, die bis jetzt noch unbekannte Projekzion des wirklichen Polygons abzuleiten, wollen wir die Projekzion eines Polygons nehmen, welches ihm praktisch gesprochen, sehr nahe liegt, und dessen Endpunkte sich auf der Kettenlinie befinden. Diese Licenz ist im vorliegenden Fall erlaubt, da sie keinen erheblichen Fehler in den Resultaten, die wir erhalten, wenn wir eine Kurve für die andere substituiren, herbeiführt, und weil sie unsere Berechnungen erleichtert, indem sie uns erlaubt, unmittelbar die erforderlichen Verhältnisse zwischen dem Bogen und seiner Horizontalprojekzion zu finden.

Die Horizontalprojekzion des Bogens der Kettenlinie wurde oben (158) gefunden; beschränkt man sich auf die beiden ersten Glieder der Reihe, durch welche sie ausgedrückt wird, so hat man

$$x = S_x - KS^3,$$

und für den Theil n l des Polygons, welcher wenig von der Kurve differirt

$$x_1 = nl - n^2 l^3 K.$$

Der Werth des Koeffizienten K muß dadurch bestimmt werden, daß man $x = X =$ der halben Sehne des Polygons für eine der halben Sehne X entsprechende Länge des Polygons macht.

Es ist also $$K = \frac{S_x - X}{l^3\left(N - \frac{1}{2}\right)^3}$$

und die gesuchte Horizontalprojekzion

$$x_1 = nl - \left(\frac{S_x - X}{l^3\left(N - \frac{1}{2}\right)^3}\right) n^2 l^3.$$

Diese Projekzion mit π, welches die ganze auf die Längeneinheit vertheilte Last ausdrückt, multiplizirt, gibt für die totale Last, aus welcher die zweite Gruppe besteht, folgenden Ausdruck:

$$\pi nl - \pi l^3 n^3 \left(\frac{S_x - X}{l^3\left(N - \frac{1}{2}\right)^3}\right) \ldots\ldots (206)$$

186. Die dritte Gruppe endlich besteht aus den Theilen der Hängestangen, die erstlich zwischen der Kette und ihrer horizontalen Tangente, und zweitens zwischen der untern Kurve der Bahn und ihrer horizontalen Tangente liegen.

Hier können wir wieder, wie oben, die Ordinaten der Kettenlinie für die der gesuchten Kurve nehmen, ohne einen förmlich wahrnehmbaren Fehler zu begehen.

Indem sich die Ordinate der Kettenlinie auf das erste Glied der Entwicklung (155) beschränkt, hat sie die Form:

$$y = MS^2 \ldots\ldots (207)$$

eine Gleichung, die einem parabolischen Bogen angehört, dessen Abseisse hier der als gerade Linie gedachte Bogen S mit vertikaler Richtung der großen Achse der Parabel ist.

Nun haben wir aber (§. 120) gelegentlich der Veränderungen, welche die Form der parabolischen Ketten durch die variablen Gewichte der verschiedenen Theile des Apparates erfahren, gesehen, daß bei einer Brücke mit parabolischen Ketten das Gewicht aller Theile der Stangen, die zwischen der horizontalen Tangente und dem parabolischen Bogen liegen, proporzional war dem Flächeninhalt zwischen dem Bogen, der horizontalen Tangente desselben und

Digitized by Google

der Ordinate des obern Endes dieses Bogens. Nun weiß man aber, daß diese Fläche gemessen wird durch das Drittel des Produkts der Ordinaten des äußersten Punktes des parabolischen Bogens, also durch $\frac{x\,y}{3}$ und hier durch $\frac{S_n\,y}{3}$ oder $\frac{n\,l\,y}{3}$, da die Abscisse durch den Bogen der Kettenlinie oder die Seiten des Polygons dargestellt wird. Drückt man also durch Ω das Gewicht aller Theile der Hängestangen für das ganze Polygon aus und durch Ω' das Gewicht einer Partie dieser Stangentheile, entsprechend dem n^{ten} Scheitel oder der n^{ten} Stange des Polygons, so erhält man

$$\frac{\Omega'}{\Omega} = \frac{S_n\,y}{S_n\,Y}$$

folglich

$$\Omega' = \Omega\,\frac{S_n\,y}{S_n\,Y} \quad \ldots\ldots \quad (208)$$

Dieser Ausdruck (208) berücksichtigt nur die Theile der Stangen zwischen den Ketten und deren horizontalen Tangente. Wollte man die Theile der Stangen zwischen der Bahn und der horizontalen Tangente der unteren Bahnkurve hinzufügen, so hätte man nur zu dem Pfeil der Ketten denjenigen hinzuzusetzen, welcher die Wölbung der Bahn mißt, weil die Kurve der Brückenbahn, die nur von dem Ingenieur abhängt, dieselbe sein kann wie die der Ketten. Für uns also drückt hier Y entweder die Summe der Pfeile der Ketten und der Bahn oder nur den Pfeil der Ketten aus, wenn von der Wölbung der Bahn abgesehen werden kann.

Es ist vielleicht nicht zwecklos hier zu erinnern, daß man bei den folgenden Berechnungen dem Ausdruck Y einen Koefficienten hinzufügen muß, wenn dieses Zeichen des Pfeils der Ketten auch zugleich den Pfeil der Ketten und der Bahn ausdrücken soll.

Substituiren wir in der Gleichung (208) für y und Y ihre in (207) gefundenen Werthe, so erhalten wir:

$$\Omega' = \Omega\,\frac{8^3_n}{8^3_n} \quad \ldots\ldots \quad (209)$$

Um diesen Ausdruck in den des Totalgewichts Π zu bringen, müssen wir das Zeichen des Endpunktes klar machen; wir setzen also anstatt des vorigen Verhältnisses sein Aequivalent, oder wenigstens beinahe, als Funkzion von n und erhalten schließlich:

$$\Omega' = \Omega\,\frac{l^3\,n^3}{l^3\,N^3} \quad \ldots\ldots \quad (210)$$

Dieses neue Gewicht, welches schneller wächst als die Länge des Bogens, weil es dem Kubus der Länge dieses Bogens proporzional ist, hat die Wirkung ein wenig die Kurve der Ketten gegen den Befestigungspunkt hin zu vertiefen, das heißt die Krümmung der Kettenlinie etwas gegen die Widerlager hin zu treiben, indem man sie weiter von der Parabelgestalt entfernt.

187. Das Totalgewicht Π_n, welches aus den drei Gruppen (205), (206) und (210) besteht, hat also den allgemeinen Ausdruck:

$$\Pi_n = \left\{(\gamma\,n\,l) + \left[\tau\,n\,l - \tau\,l^3\,n^3\left(\frac{S_n - X}{l^3\,N^3}\right)\right] + \left(\Omega\,\frac{l^3\,n^3}{l^3\,N^3}\right)\right\} \quad \ldots\ldots \quad (211)$$

Da aber diese drei Gruppen von Gewichten durch Glieder ausgedrückt werden, welche die Variable n nur in zwei verschiedenen Potenzen, in der ersten und dritten, enthalten, so lassen sie sich schließlich auf zwei Gruppen reduciren.

Ordnet man also im Verhältniß zur unabhängigen Variablen n, welche die Nummern der Scheitel des Polygons angibt, so hat man

$$\Pi_n = \left\{(\gamma + \tau)\,n\,l + \left(\frac{\Omega - \tau\,(S_n - X)}{l^3\,N^3}\right) l^3\,n^3\right\} \quad \ldots\ldots \quad (212)$$

Setzt man zur Vereinfachung der Formel

$$\gamma + \tau = A\,;$$

$$\left(\frac{\Omega - \tau\,(S_n - X)}{l^3\,N^3}\right) = B = \frac{b}{l^3\,N^3} \quad \ldots\ldots \quad (213)$$

so wird die obige Gleichung

$$\Pi_n = Aln + Bl^3n^3 \quad \ldots\ldots \quad (214)$$

Dieses Gewicht Π_n aber, dessen Vertheilungsgesetz die Form der Kurve bestimmt, ist selbst, je nach dem Werth des Koefficienten B seines zweiten Gliedes, dreier verschiedener Auslegungen fähig, da der Koefficient A des ersten Gliedes immer positiv ist. In der That kann B positiv, Null, oder negativ sein. Dieses Gewicht Π_n kann also je nach diesen drei Fällen drei verschiedene Kurven darstellen.

188. Wenn $B = 0$, so ist der zweite Ausdruck Null und die Gleichung (214) reducirt sich auf

$$\Pi_n = AS \quad \ldots\ldots \quad (215)$$

In diesem Falle ist das Gewicht gleichmäßig auf die Kurve der Ketten vertheilt und das Totalgewicht wächst mit der Länge dieses Bogens.

Wir haben oben gesehen, daß eine in allen ihren Punkten gleichmäßig belastete Kette die Form einer Kettenlinie annimmt.

Also, wenn $B = 0$, ist die Kurve der Ketten eine Kettenlinie.

Digitized by Google

189. Wäre dagegen der Koeffizient B reell und positiv, so lautete die Formel (214):

$$\Pi_n = AS + BS^3 \ldots\ldots (216)$$

das heißt, zu dem gleichförmigen Gewichte A, welches auf die Kette drückt, und dieser die Gestalt der Kettenlinie gibt, kommt noch ein anderes hinzu, welches jetzt nicht mehr allein mit der Länge des Bogens, sondern wie der Kubus der Länge dieses Bogens wächst. Hieraus folgt, daß die höheren Theile der Kurve pro Langeneinheit viel mehr zu tragen haben als die unteren.

Dieses Wachsen der Belastung gegen die Befestigungspunkte zu hat die Wirkung, die Krümmung der Kurve an den Punkten, wo diese stärkere Last drückt, zu vermehren. Es folgt also hieraus, daß die Kettenlinie ACB, die zuerst aus dem Gliede AS entspringt, durch die Wirkung des zweiten Gliedes $+BS^3$ dergestalt modifizirt wird, daß der Theil C' sich unter der Last senkt, und der Punkt A' sich erhebt, indem ja, wie vorausgesetzt wurde, die Länge des Bogens unveränderlich ist. Die neue Kurve nimmt also die Form A'C'B an (Figur 64).

190. Ist der Koeffizient B dagegen negativ, so lautet die Formel (214):

$$\Pi_n = AS - BS^3 \ldots\ldots (217)$$

Mithin ist in diesem Falle die gleichförmige Belastung A der Länge des Bogens S nicht mehr proporzional, sie nimmt aber proporzional dem Kubus der Bogenlänge ab. Diese Verminderung der Last in den oberen Theilen der Kurve oder, was auf Eins hinausläuft, die Zunahme der Last in den unteren Theilen der Kurve gegen den Punkt A zu, bewirkt eine Senkung der unteren Theile, wo die größere Last wirkt, und eine Erhebung der oberen Theile gegen den Befestigungspunkt B hin, wo diese Last geringer ist.

Also in dem Falle, wo B negativ ist, nimmt die Kurve die Formel A''C''B (Fig. 64) an, relativ zur Kettenlinie ACB, welche hier zur Vergleichung dient.

Wie man sieht, ist die Wirkung dieses negativen Ausdruckes $-BS^3$, die wirkliche Gleichgewichtskurve der Parabel zu nähern, einer Kurve, bei der, wie wir in der That gesehen haben, die Last nicht so schnell wächst wie die Länge des Bogens, da sie nur der Horizontalprojekzion dieses Bogens proporzional ist

Da wir nun mit der Prüfung der Modifikazionen, welche das Gewicht Π_n in der Form der Ketten je nach der Art seiner Vertheilung auf dem Boden bewirkt, beschäftigt haben, so läßt sich jetzt leicht einsehen, je nach dem hohen Grad von Π_n in der allgemeinen Gleichung der Ordinaten der wirklichen Gleichgewichtkurve, daß es unerläßlich ist, um eine praktische Formel zu erhalten, von den Gliedern abzusehen, die im Endresultat nur einen geringen Theil ausmachen.

Eine solche Wahl scheint aber unserer Ansicht nach nur dann passend angestellt werden zu können, wenn man sich vorher nicht nur von den relativen Werthen aller Glieder der Formel, sondern auch namentlich davon Rechenschaft gegeben hat, in welchem Sinne jedes dieser Glieder auf die Gleichgewichtsform der von ihnen bestimmten Kurve einwirkt; nur allein dann läßt sich der Grad und die Art der Unterschiede würdigen, welche zwischen der theoretischen und praktischen Kurve aus der Unterdrückung einiger Glieder der strengen Gleichung der theoretischen Kurve hervorgehen.

191. Wenn wir, um die Grenzen der Untersuchung über die Formel (214) nicht zu beschränken, für den Koeffizienten B alle Hypothesen angenommen haben, welche das Gesetz der Vertheilung der Gewichte auf den Ketten modifiziren und folglich auch die Krümmung dieser Ketten modifiziren konnten, ist es uns jetzt nicht mehr möglich, diese Formel (214) auf die Bestimmung der Elemente des Polygons anzuwenden, indem wir ihren Character der Allgemeinheit bewahren, den wir ihr zuerst behufs der Diskussion verliehen haben, ohne Gefahr zu laufen, unnützerweise wenigstens in praktischer Hinsicht die Konsequenzen zu komplizieren, die wir aus den Schlußformeln, worin das Gewicht Π_n ausgedrückt wird, abzuleiten haben.

Um die Natur des Koeffizienten B und seine Zeichen, welches er in der Praxis gewöhnlich hat, zu bestimmen, müssen wir für einen Augenblick noch einmal die einzelnen Gewichte betrachten, deren Summe durch den Koeffizienten B ausgedrückt wird.

Das Aequivalent von B (213) ist:

$$B = \left(\frac{\Omega}{l^3 N^3} - \frac{\pi(S_n - X)}{l^3 N^3}\right) = \frac{1}{l^3 N^3}[\Omega - \pi(S_n - X)] \quad (218)$$

das heißt, der Koeffizient B besteht aus der Summe zweier Reihen von Gewichten, von denen eine stets positiv, die andere stets negativ ist: welche Summe endlich durch den Kubus der Nummer des letzten Scheitels des Polygons dividirt wird.

Nun aber begreift die erste Summe $+\Omega$, die immer positiv ist, in dem Fall einer Brücke mit

Digitized by Google

der Kette oben, das Gewicht aller Theile der Hängestangen, die die Ordinaten der Kurve der Ketten darstellen. Die zweite Reihe $-\pi\,(S_n - X)$, die stets negativ ist, repräsentirt ein Gewicht, welches gemessen wird durch das Plus der Länge des Bogens S_n über seine Horizontalprojekzion X multiplicirt mit dem Theil π des Totalgewichts, welches als gleichmäßig auf die Horizontale vertheilt gelten kann.

In den gewöhnlichen Fällen ist der positive Terminus größer als der negative, so daß der Koefficient B am häufigsten positiv ist. Gleichwohl gibt es Fälle, wo dieser Unterschied der beiden Ausdrücke negativ ist.

Dieses Schwanken zwischen positiv und negativ, welches nur statthaben kann, wenn der Werth des Koefficienten B oder $\frac{b}{l^3 N^3}$ durch Null geht, zeigt zur Genüge an, daß der Werth von BS^2 nie besonders hoch ist im Verhältniß zum ersten Ausdruck AS, wenigstens in den gewöhnlichen Fällen der Praxis. Wir wollen also den gewöhnlichen praktischen Gegebenen gemäß annehmen, daß der Koefficient B sehr schwach sei, und um unserer Formel alle Allgemeinheit hinsichtlich des Zeichens dieses Koefficienten B zu bewahren, wollen wir diesen letztern in der Formel das Zeichen $\pm$ geben, indem wir es den Benutzern dieser Endformel überlassen, das im speciellen Falle erforderliche Zeichen zu setzen.

192. Nehmen wir jetzt wieder die Gleichung (204), die den Werth der Ordinaten der Kettenkurve als Funkzion des Gewichts Π_n gibt. Diese Gleichung ist:

$$V_n = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{Q} \Sigma \Pi_n \\ -\frac{1}{2}\frac{1}{Q^2} \Sigma \Pi_n^2 \\ +\frac{3}{8}\frac{1}{Q^5} \Sigma \Pi_n^5 \\ -\ \text{ꝛc.} \ldots\ldots \end{array} \right\} \ldots\ldots (219)$$

indem man sich auf die drei ersten Glieder beschränkt, was für den gewöhnlichen Bedarf der Praxis mehr als hinreicht. In Ausnahmsfällen, wo diese Formel keine hinreichend genauen Werthe gäbe, müßte man ein oder zwei weitere Glieder hinzunehmen, wobei man sich nach dem im §. 44 gelegentlich der allgemeinen Formel Gesagten richten müßte.

Wenn in der obigen Gleichung die verschiedenen Potenzen von Π_n durch die (212) abgeleiteten Werthe ersetzt werden, so erhält man den endlichen Werth von V_n.

Die Gleichungen (212) und (213) geben,

$$\left. \begin{array}{l} \Pi_n = \left(A l n \pm \frac{b}{l^3 N^3} l^3 n^3 \right); \\ \Pi_n^3 = \left(A^3 l^3 n^3 \pm 3 A^2 \frac{b}{l^3 N^3} l^5 n^5 + 3 A \frac{b^2}{l^6 N^6} l^7 n^7 \pm \frac{b^3}{l^9 N^9} l^9 n^9 \right); \\ \Pi_n^5 = \left(A^5 l^5 n^5 \pm 5 A^4 \frac{b}{l^3 N^3} l^7 n^7 + 10 A^3 \frac{b^2}{l^6 N^6} l^9 n^9 \pm 10 A^2 \frac{b^3}{l^9 N^9} \right. \\ \qquad \left. l^{11} n^{11} + 5 A \frac{b^4}{l^{12} N^{12}} l^{13} n^{13} \pm \frac{b^5}{l^{15} N^{15}} l^{15} n^{15} \right); \end{array} \right\} \ldots\ldots (220)$$

wobei zu beobachten ist, daß alle Glieder, in denen b auf einer unpaaren Potenz vorkommt, mehr oder weniger, das doppelte Zeichen, erhalten müssen.

Wie man sieht, wären die Entwicklungen der Potenzen von Π_n für den praktischen Gebrauch allzu komplicirt, wenn es nicht ohne erheblichen Fehler erlaubt wäre, einige Glieder mit dem im Verhältniß zu A sehr geringen Koefficienten B wegzulassen. Geht man von dieser Hypothese aus und beschränkt sich auf die Glieder, wo die unabhängige Variable n den fünften Grad nicht übersteigt, so erhält man für die Ordinate den Ausdruck (219):

$$V_n = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{Q} \Sigma \left(A l n \pm \frac{b}{l^3 N^3} l^3 n^3 \right) \\ -\frac{1}{2}\frac{1}{Q^2} \Sigma \left(A^2 l^3 n^3 \pm 3 A^2 \frac{b}{N^3 l^3} l^5 n^5 \right) \\ +\frac{3}{8}\frac{1}{Q^5} \Sigma \left(A^5 l^5 n^5 \right) \end{array} \right\} \cdot (221)$$

oder nachdem man im Verhältniß zur Variablen n geordnet hat:

$$V_n = \left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{A}{Q}\right) l^2 \Sigma n \\ +\pm \left(\frac{b}{(l N)^3 Q} - \frac{A^3}{2 Q^3} \right) l^3 \Sigma n^3 \\ +\left(\frac{3 A^5}{8 Q^3} \mp \frac{3 A^2 b}{(l N)^3 2 Q^3} \right) l^5 \Sigma n^5 \end{array} \right\} \cdot (222)$$

Summirt man und geht bis zur Grenze, in welchem Fall $l^{a+1} \Sigma n^a = \frac{(l n)^{a+1}}{a+1} = \frac{S_n^{a+1}}{a+1}$ ist, so erhält man:

Digitized by Google

$$V_n = \left\{\frac{A}{2Q} S_n^2 + \left(\pm\frac{b}{4Q S_n^2} - \frac{A^2}{8Q^2}\right) S_n^4 + \left(\frac{1}{16}\frac{A^5}{Q^5} \mp \mp \frac{A^2 b}{4 S_n^2 Q^4}\right) S_n^6 \right\} \quad \ldots\ldots (223)$$

Dies ist der Ausdruck der Ordinate der wirklichen Gleichgewichtskurve an der Grenze der angenommenen Hypothesen über die relativen Werthe der Gewichte der verschiedenen Theile des Apparats. Leider läßt sich diese Gleichung, die den horizontalen Komponenten Q der Spannungen in der fünften Potenz enthält, in dieser Form nicht anwenden.

193. Wenn wir aber $\frac{1}{Q}$ klar machen, so haben wir:

$$V_n = \frac{1}{Q}\left\{\frac{A}{2} S_n^2 + \left(\pm\frac{b}{4 S_n^2} - \frac{A^2}{8Q^2}\right) S_n^4 + \left(\frac{A^3}{16 Q^3} \mp \mp \left(\frac{A^2 b}{4 S_n^2 Q^2}\right) S_n^6\right\} \quad \ldots\ldots (224)$$

Nimmt man alsdann für Q^2 und Q^3 die Werthe, die sich auf die Kettenlinie *) beziehen und aus (157) oder (161) abgeleitet werden, was wegen der Kleinheit der diese Größe enthaltenden Glieder kein merkbarer Fehler ist, so lassen sich diese numerischen Werthe in der Klammer der Gleichung (224) substituiren, was folgende Formel gibt:

$$V_n = \frac{1}{Q} M;$$

$$H_n = \left\{\begin{array}{l} h_0 \\ + (n-1)\,l \\ - \frac{1}{2}\frac{l}{Q^2} \Sigma\,(A^2 l^2 n^2 \pm 2A \frac{b}{(l N)^2} l^3 n^4 + \frac{b^2}{(l N)^4} l^6 n^6) \\ + \frac{3}{8}\frac{l}{Q^4} \Sigma\,(A^4 l^4 n^4 \pm 4 A^3 \frac{b}{(l N)^2} l^6 n^6) \\ - \frac{5}{16}\frac{l}{Q^6} \Sigma\,(A^6 l^6 n^6) \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots (227)$$

oder wenn man im Verhältniß zur Variabeln n ordnet:

$$H_n = \left\{\begin{array}{l} h_0 + (n-1)\,l \\ - \left(\frac{A^2}{2Q^2}\right) l^2 \Sigma\, n^2 \\ + \left(\frac{3A^4}{8Q^4} \mp \frac{Ab}{Q^2 (l N)^2}\right) l^4 \Sigma\, n^4 \\ - \left(\frac{5A^6}{16 Q^6} \mp \frac{3A^4 b}{2Q^4 (l N)^2} + \frac{b^2}{2Q^2 (l N)^4}\right) l^6 \Sigma\, n^6 \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots (228)$$

*) Wünscht man ein genaueres Resultat, so nimmt man für Q einen mittleren Werth zwischen dem horizontalen Komponenten der Parabel und dem der Kettenlinie; jede dieser Kurven trägt dann das Totalgewicht, welches auf die wirkliche Kurve drückt.

geht man an die Grenze, wo S_n zu S_N und $V_n = V_N$ wird, so hat man $V_N = \frac{1}{Q} M$, ... (225) aus welcher Gleichung der definitive Werth von Q abgeleitet werden kann, der in (224) substituirt den gesuchten Werth von V_n gibt.

194. Die Abscissen der Kurve, für deren Ordinaten wir die Formel bestimmt haben, werden aus der allgemeinen Gleichung (19) abgeleitet, wo man

l = der Konstanten, $P_n = \Pi_n$ setzt.

Man erhält also, wenn man l klar macht:

$$H_n = \left\{\begin{array}{l} h_0 \\ + (n-1)\,l \\ - \frac{1}{2}\frac{l}{Q^2} \Sigma\,\Pi_n^2 \\ + \frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\frac{l}{Q^4} \Sigma\,\Pi_n^4 \\ - \frac{1.3.5}{2.4.6}\frac{l}{Q^6} \Sigma\,\Pi_n^6 \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots (226)$$

wenn man sich auf die fünf ersten der schnell konvergent werdenden Reihe beschränkt.

Ersetzt man die Potenzen von Π_n durch ihre Werthe (212) und (213) mit Beschränkung auf die Glieder, wo die Veränderliche n den sechsten Grad nicht übersteigt, was für die Praxis in der Regel mehr als hinreichend ist, so wird die Gleichung (226):

Summirt man und geht bis zur Grenze, indem man beachtet, daß in diesem Fall

$l^{n+1} \Sigma\, n^n = \frac{(ln)^{n+1}}{n+1} = \frac{S_n^{n+1}}{n+1}$ ist, so hat man

Digitized by Google

$$H_n = S_n - \left(\frac{A^2}{6\,Q^2}\right) S_n^3 + \left(\frac{3\,A^4}{40\,Q^4} \mp \frac{A\,b}{5\,Q^2\,S_n^3}\right) S_n^5 -$$
$$- \left(\frac{5\,A^6}{112\,Q^6} \mp \frac{3\,A^2\,b}{14\,Q^4\,S_n^3} + \frac{b^2}{14\,Q^2\,S_n^6}\right) S_n^7 \ldots (229)$$

Diese Gleichung enthält noch die horizontale Spannung Q, die im Problem gewöhnlich nicht gegeben ist. Um alsdann für die Praxis hinreichend genau den Werth von H_n zu erhalten, geht man vor wie bei der Ordinate V_n.

195. Machen wir zuerst $\frac{1}{Q^2}$ klar, so lautet die Gleichung (229):

$$H_n = S_n - \frac{1}{Q^2}\left\{\frac{A^2}{6} S_n^3 - \left(\frac{3\,A^4}{40\,Q^2} \mp \frac{A\,b}{5\,S_n^3}\right) S_n^5 + \right.$$
$$\left. + \left(\frac{5\,A^6}{112\,Q^4} \mp \frac{3\,A^2\,b}{14\,Q^2 S_n^3} + \frac{b^2}{14\,S_n^6}\right) S_n^7 \right\} \ldots (230)$$

Nehmen wir dann an, die Kurve sei eine Kettenlinie und substituiren wir den Potenzen von Q in der Klammer ihre numerischen Werthe aus (157) und (161), so erhalten wir die Gleichung:

$$H_n = S_n - \frac{1}{Q^2} R,$$

und an der Grenze stehen bleibend, wo $H_n = H_n$ und $S_n = S_n$, hat man

$$H_n = S_n - \frac{1}{Q^2} R_1 \ldots\ldots (231)$$

Aus dieser Gleichung gewinnen wir den definitiven Werth von Q, oder besser von $\frac{1}{Q^2}$, den wir in die Formel (230) substituiren.

Wir erhalten so die Abscisse H_n mit aller erforderlichen Genauigkeit.

196. Die Länge der Kette ist gewöhnlich im Problem gegeben; sie hat zum Ausdruck:

$$S_n = \left(n - \frac{1}{2}\right) l \ldots\ldots (232)$$

197. Die horizontale Spannung Q läßt sich mit hinreichender Genauigkeit aus den Gleichungen (225) oder (231) ableiten und dient dazu, die Spannung irgend eines Elementes des Polygons zu berechnen durch die Formel:

$$t_n = \sqrt{Q^2 + H_n^2} \ldots\ldots (233)$$

198. Endlich die Tangente des Winkels, den eine Seite n mit der Horizontalen macht, ist, wie bekannt, durch die Formel gegeben:

$$\text{tang. } \alpha_n = \frac{H_n}{Q} \ldots\ldots (234)$$

Die Gleichungen 233 und 234 werden berechnet, indem man anstatt H_n seinen Werth (212) setzt.

Kurze Uebersicht der in dem Vorstehenden enthaltenen praktischen Formeln.

I. Praktische Bestimmung der an jedem Scheitel von gleichen Gewichten belasteten Polygone, deren Seiten sich horizontal nach ein und derselben Länge projiciren.

Erster Fall. Von den Hängebrücken mit gleich weit entfernten Stangen, von gleichen Gewichten belastet, wobei man den veränderlichen Einfluß der Hängestangen und Hängeketten unberücksichtigt läßt*) 199. Wir glauben zuvörderst daran erinnern zu müssen, daß wir zur Erleichterung der Anwendung der Formeln auf die Praxis zwei Hypothesen über

$$P_1 = \frac{p}{2}$$
$$P_2 = \frac{3\,p}{2}$$
$$P_3 = \frac{5\,p}{2}$$
$$P_4 = \frac{7\,p}{2}$$
$$\vdots$$
$$P_n = \frac{(2\,n-1)\,p}{2}$$

und die Gleichung (32) wird alsdann für das neue Polygon

$$V_n = \frac{p\,h}{2\,Q}\left[1 + 3 + 5 \ldots\ldots + (2\,n-3)\right]$$
$$= \frac{p\,h}{2\,Q}\,\Sigma^{n-1}(2\,n-1) = \frac{p\,h}{2\,Q}\left[2\,\Sigma^{n-1}(n) - \Sigma^{n-1}(1)\right]$$
$$= \frac{p\,h}{2\,Q}(n^2 - 2\,n + 1)$$

Derselbe Vorgang muß bei allen andern Formeln beobachtet werden, wenn man in dem Polygon die horizontale

*) Die von uns aufgestellten und hier wieder in Erinnerung gebrachten Formeln beziehen sich auf das parabolische Polygon mit einer horizontalen Seite. Wenn diese Bedingung nicht erfüllt wäre, und wenn diese horizontale Seite durch einen Scheitel ersetzt würde, so müßte man für die graphischen Methoden, die in §. 209 entwickelten Betrachtungen, anwenden. Wollte man auf diese Modifikation Rücksicht nehmen bei den Formeln des parabolischen Polygons, so ersetzt man die Gleichungen (31) durch die folgenden:

Digitized by Google

die Lage der Achse der Ordinaten angenommen haben. Bei den Gleichungen nämlich, welche von den Ordinaten handeln, haben wir vorausgesetzt, daß die senkrechte Achse durch den Anfangspunkt der horizontalen Seite gehe, während wir sie, wenn es sich um die Längen der Abscissen und um die Längen der Kurven oder Polygone handelt, als von der Mitte derselben horizontalen Seite ausgehend, betrachtet haben, um die Symmetrie des Polygons beizubehalten.

200. Ordinaten der Polygone. — Wir erhalten also nach dem Vorigen die folgende Formel (34)

$$V_n = \frac{p\,h}{2\,Q}\,(n^2-n) \quad \ldots\ldots \text{(a)}$$

worin

V_n die Ordinaten irgend eines Scheitels der Reihe n,

n die Nummer des betreffenden Scheitels von der senkrechten Achse an,

p das beständige Gewicht, das von jedem Scheitel des Polygons getragen wird,

h die beständige horizontale Projekzion einer der Seiten des Polygons oder die beständige Entfernung der Hängestangen,

Q der beständige horizontale Komponent der Spannungen.

Die Längen werden in Metern und das Gewicht in Kilogrammen für alle vorkommenden Größen ausgedrückt.

Wenn π das Gewicht pro laufenden Meter der Brücke und ihrer Belastung, $p = \pi h$, so erhält man

$$V_n = \frac{\pi\,h^2}{2\,Q}\,(n^2-n) \quad \ldots\ldots \text{(b)}$$

201. Horizontale Spannung. In der Praxis ist aber gewöhnlich die Spannung Q unbekannt; man hat bloß den ganzen Pfeil des Polygons und dessen Sehne. Die horizontale Spannung Q wird gegeben durch die Formel:

$$Q = \frac{\pi\,h^2}{2\,V_N}\,(N^2-N) \quad \ldots\ldots \text{(c)}$$

worin N die Zahl des letzten Polygonscheitels,

V_N der ganze Pfeil dieses Polygons.

Subſtituirt man diesen Werth von Q in (b), so hat man

$$V_n = \frac{V_N}{(N^2-N)}\,(n^2-n) \quad \ldots\ldots \text{(d)}.$$

Um diese Ordinate durch die Methode der Differenzen zu berechnen, folgt man dem in den §§. 80 und 81 vorgezeichneten Wege.

Die Ordinaten der dem Polygon umschriebenen Kurve werden durch die Formel (40) gegeben.

202. Die ganze Länge einer Hängestange besteht im Allgemeinen aus drei verschiedenen Theilen (Fig. 40):

1. aus der Ordinate des Polygons der Hängeketten an dem betreffenden Scheitel;

2. aus einer konstanten Länge D zwischen den Horizontalen OX und O'X', von denen die eine mit der Kurve der Ketten, die andere mit der untern Kurve der Brückenbahn tangirt;

3. aus der Ordinate der untern Krümmung der Brückenbahn nach dem Verhältniß O'X' und korrespondirend mit dem betreffenden Scheitel.

Diese untere Kurve hat als Ausdruck (45) ihrer Ordinate

$$f = a\,(n^2-n).$$

Der Parameter a muß der Bedingung (46) entsprechen, welche ist: $a = \frac{f_N}{N^2-N}$, worin F_N der ganze Pfeil der untern Kurve der Brückenbahn, welche dem letzten Scheitel N korrespondirt.

Alsdann erhält man:

$$B_n = \left\{\left(\frac{\pi\,h^2}{2\,Q} + a\right)(n^2-n) + D\right\} \quad \ldots\ldots \text{(e)}$$

worin B_n die Länge der Stange der Reihe n.

203. Die Länge der Abscissen, von der Mitte der horizontalen Seite an gerechnet, erhält man sehr einfach durch die Formel (50)

$$H_n = \left(n - \frac{1}{2}\right) h \quad \ldots\ldots\ldots \text{(f)}$$

worin H_n die Abscisse des n^{ten} Scheitels.

204. Länge des Polygons. — Wenn L_n die Länge des Polygons von der Mitte der horizontalen Seite bis zu dem Scheitel n mit eingeschlossen, V_n und H_n die Ordinate und die Abscisse dieses Scheitels n, so hat man (59) für die gewöhnlichen Fälle der Praxis:

$$L_n = \left\{H_n + \frac{2\,V_n^2}{3\,H_n}\right\} \quad \ldots\ldots \text{(g)}$$

Seite durch einen Scheitel ersetzen wollte. Wir beabsichtigen indessen nicht, hier die Modifikazionen der Formeln fortzusetzen, weil in der Praxis diese letzte Anordnung sehr selten angewendet wird, und weil es immerhin möglich ist, das Polygon mit horizontaler Seite zu substituiren, für das die Gleichungen dieser Abhandlung aufgestellt sind.

Digitized by Google

Die Gleichungen (61) und (62) geben die Länge der parabolischen Kurve von derselben Sehne und demselben Pfeil als dieses Polygon. Die Gleichung (61) wird, wenn man darin $\frac{\pi}{Q}$ durch seinen Werth $\frac{2y}{x^2}$, abgeleitet aus (37), setzt:

$$S = \left\{x + \frac{2y^2}{3x} - \frac{2y^4}{5x^3} + \frac{4y^6}{7x^5} - \frac{10y^8}{9x^7}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (i)$$

205. Spannung der Seiten des Polygons. — Wenn t_n die Spannung ist, welche die Seite des Polygons zwischen den Scheiteln n und n+1 erleidet, so hat man (64):

$$t_n = \sqrt{Q^2 + n^2 p^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (h)$$

Wenn Q nicht bestimmt ist, so bedient man sich der Formel (65):

$$t_n = np\sqrt{\left(\frac{n\,h - h}{2\,V_n}\right)^2 + 1} \quad . \quad . \quad . \quad (h')$$

Die Spannung der parabolischen Kurve an dem t_n korrespondirenden Punkte wird gegeben durch die Formel (67).

206. Die Tangente des Winkels α_n, welchen die Seite zwischen den Scheiteln n und n+1 mit der Horizontalen macht, ist:

$$\text{tang. } \alpha_n = \frac{2V_n}{h\,(n-1)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (k)$$

Die Tangente des Winkels α_n, gebildet durch das letzte Element des Polygons, dasjenige, welches dem Scheitel N folgt, ist demnach:

$$\text{tang. } \alpha_N = \frac{2V_n}{h\,(N-1)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (k')$$

Die graphischen Methoden für die Bestimmung der Elemente des parabolischen Polygons sind im §. 101 u. f. w. entwickelt.

207. Wenden wir jetzt diese Formeln unter folgenden Bedingungen an:

V_n = 15"84 Ordinate des Scheitels N,
H_n = 97"80 Abfrisse dieses Scheitels N,
N = 81 ganze Zahl der Stangen,
h = 1"215 Abstand zwischen zwei aufeinander folgenden Stangen,
D = 1"50 Entfernung zwischen den horizontalen Tangenten, die eine an der Kettenkrümmung, die andere an der untern Krümmung der Brückenbahn,
f_x = 1"10 ganzer Pfeil der Brückenbahn, dem Scheitel N korrespondirend,

$$\frac{V_N}{H_N} = 0{,}162$$

1580 Kilogr. Gewicht der Brückenbahn und ihrer Belastung pro laufenden Meter der Horizontale,
1920 Kilogr. Gewicht der Brückenbahn und ihrer Belastung für jeden Scheitel des Polygons.

Das Totalgewicht des Systems P besteht aus drei Theilen:

1. aus dem Gewicht der Brückenbahn und ihrer Belastung, welche gleich ist 1920 Kil. × N;
2. aus dem Gewicht der Hängeketten;
3. aus dem der Hängestangen.

Nun ist nach der angehängten Note II die Summe der Längen von den Hängestangen:

$$\Sigma^n y = \left(\frac{V_N + f_N}{3}\right)(N+1) + ND = \frac{15.84 + 1.10}{3} \times$$
$$\times\ 82 + 81 \times 1"50 = 584"527.$$

Das Totalgewicht dieser Stangen unter der Annahme, daß das Gewicht pro laufenden Meter 5 Kil. beträgt, ist:

$$S_n = 2922^{k}{}^{5}645.$$

Das Totalgewicht der Hängeketten ist ebenfalls gleich dem Gewicht pro laufenden Meter dieser Hängeketten, multiplicirt durch ihre Länge L.

Die Länge L erhält man, wenn man in der Tabelle Nr. 1 die Zahl der fünften Kolumne nimmt, welche $\frac{V_N}{H_N} = 0{\cdot}162$ korrespondirt, und diese Zahl durch $H_N = 97{,}80$ multiplicirt. Man findet also L = 99"511. Das Gewicht pro laufenden Meter der Hängeketten ist gegeben, Note Nr. 1, erster Fall, durch die Formel

$$\gamma = \frac{t'(P' + \Omega) = }{1000 - \omega L'}$$

In dieser Formel ist t' die Zahl der siebenten Kolumne, welche mit $\frac{V_N}{H_N} = 0{,}162$ in der Tabelle Nr. 1 korrespondirt.

P' ist die Summe des Gewichts der Brückenbahn und des Theils der Hängestangen zwischen den horizontalen Tangenten:

$$P' = (1920^{kil} \times N) + (N.D.5^{kil}) = 156127^{kil}{}^{5}.$$

Ω ist das Gewicht des Theils der Hängestangen außerhalb der zu den Kurven der Ketten und der Brückenbahn horizontalen Tangente. Nach der Note Nr. 2 beträgt die Länge dieses Theils der Hängestangen

$$\left(\frac{V_N + f_N}{3}\right)(N+1) = 463"027$$

Digitized by Google

multiplicirt mit 5 Kilogramm, dem Gewicht des laufenden Meters der Hängeſtangen, erhält man

$$\Omega = 2315^{kl}135;$$

ω iſt das Gewicht einer Eiſenſtange von 1m0 Länge, welche eine Tragfähigkeit von 1000 Kilogr. beſitzt. Man erhält den Werth von ω, wenn man 1000 Kilogr. durch 10 Kilogr., dem Gewicht, welches der Quadratmillimeter Eiſen des Querſchnittes tragen ſoll, dividirt; der Querſchnitt der Eiſenſtange iſt 100 Quadratmillimeter, welcher nach der angehängten Tabelle Nr. 3 $0^{kl}78$ pro laufenden Meter entſpricht. Man erhält alſo

$$\omega = 0^{kl}78$$

und da $L = 99^m511$ folglich $\gamma = 535^{kl}87$.

Das Totalgewicht der Ketten beträgt

$$\Gamma_N = \gamma L$$

und es iſt daher das Totalgewicht des Syſtems

$$P = P' + \Omega + \Gamma_N = 211767^{kl}594$$

und

$$p = \frac{P}{N} = 2614^{kl}414 \qquad \pi = \frac{p}{h} = 2151^{kl}781,$$

π iſt das Gewicht pro laufenden Meter der Horizontalen des ganzen Syſtems und der Belaſtung.

208. Die Formel (c) wird demnach:

$$Q = \frac{p\,h}{2\,V_N}(N^2-N) = \frac{2614^{kl}414 \times 1{,}215}{2 \times 15{,}84} \times$$

$$\times\ 6480 = 649741^{kl}3.$$

209. Wollen wir nun die Elemente des Polygons ermitteln, das z. B. dem dreißigſten Scheitel korreſpondirt, ſo erhalten wir $n = 30$ und eine der Formeln (a) (b) oder (d) gibt die Ordinate. (a):

$$V_{30} = \frac{p\,h}{2\,Q}(n^2-p) = \frac{2611{,}414 \times 1{,}215}{2 \times 649741{,}3} \times$$

$$\times\ 870 = 2^m1273.$$

210. Die Länge der dreißigſten Hängeſtange wird ſein, Formel (e), weil $a = \frac{f_N}{N^2-N} = \frac{1{,}10}{6480} = 0{,}0001698$,

$$B_{30} = \left\{\left(\frac{\pi\,h^2}{2\,Q} + a\right)(n^2-n) + D\right\} =$$

$$= [(0{,}0023501 + 0{,}0001698)\,870 + 1{,}50] = 3^m6923.$$

211. Die Abſciſſe H_n iſt nach der Formel (f):

$$H_{30} = \left(n - \frac{1}{2}\right)h = 29{,}5 \times 1^m215 = 35^m8425.$$

212. Die Länge des dieſem dreißigſten Scheitel korreſpondirenden Polygons erhält man durch die Formel (g):

$$L_{30} = H_{30} + \frac{2\,V'^2_{30}}{3\,H_{30}} = \left\{35^m8425 + \frac{2 \times \overline{2{,}1273}^2}{3 \times 35{,}8425}\right\} =$$

$$= 35^m3267.$$

Berechnet man die ganze Länge des Polygons bis zum Scheitel N, ſo erhält man

$$L_N = 99^m5104.$$

Die Formel (i) gibt für die Länge der Parabel von demſelben Pfeil und derſelben Sehne als das Polygon:

$$L_N = 99^m484369.$$

213. Zur Beſtimmung der Spannung der dreißigſten Seite des Polygons bedient man ſich der Formel (h), welche wird:

$$t_{30} = \sqrt{Q^2 + n^2\,p^2} = \sqrt{429115442535^{kl}249} =$$

$$= 655069^{kl}036.$$

214. Der Winkel, den dieſe dreißigſte Seite des Polygons mit der Horizontalen macht, leitet ſich aus der Formel (k) ab:

$$\text{tang}\,\alpha_{30} = \frac{2\,V_n}{h\,(n-1)} = \frac{2 \times 2{,}1273}{1{,}215 \times 29} = 0{,}1207727$$

$$\log.\ 0{,}1207727 = 1{,}0819688$$

$$\log.\ \text{tang.}\ \alpha_{30} = 9{,}0819688$$

$$\alpha_{30} = 6^\circ\,53'\,10''1.$$

Dieſe Berechnung iſt nur manchmal von Nutzen für die letzte Seite des Polygons. Effektuirt man dann die Operazionen für dieſe letzte Seite nach den vorſtehenden Angaben, ſo findet man:

$$\alpha_N = 18^\circ\,3'\,10''.$$

215. Die Anwendung der numeriſchen oder der graphiſchen Berechnung für die Elemente des Polygons hängt von dem Grade der Genauigkeit ab, den man erhalten will; die graphiſchen Berechnungen ſind oft hinreichend genau und folglich wegen ihrer Schnelligkeit häufig vorzuziehen.

Manchmal berechnet man die Ordinaten des paraboliſchen Polygons nach der Methode der Differenzen, wie in §. 80 gezeigt wurde.

Bei der Berechnung zu einem Entwurf bedient man ſich der angehängten Tabelle Nr. 1, welche gibt:

1. die Tangente des Winkels, welcher durch das letzte Element der Hängekette mit der Horizontalen gebildet wird, als Funkzion des Verhältniſſes $\frac{V_N}{H_N}$;

2. die Länge der Kette als Funkzion der halben Sehne H_N;

3. die Spannung des letzten Elementes der Kette als Funkzion des Totalgewichtes der Brücke und ihrer Belaſtung;

4. den horizontalen Komponenten der Spannungen als Funkzion desſelben Gewichts.

Digitized by Google

Wenn wir die vorstehenden Berechnungen mit dieser Tabelle wieder aufnehmen, so suchen wir zuvörderst in der 2. Kolumne das Verhältniß $\frac{V_N}{H_N}$ auf, das sich unserem Verhältniß $\frac{V_N}{H_N} = 0{,}162$ am meisten nähert; die korrespondirende Zahl der fünften Kolumne ist 1,017496, und multipliciren wir diese mit dem Werthe $H_N = 97^m80$, so erhalten wir:

$$S_N = 1{,}017496 \times 97{,}80 = 99^m511.$$

Finden wir in der zweiten Kolumne unser Verhältniß $\frac{V_N}{H_N}$ nicht, so nehmen wir das sich am meisten annähernde und leiten durch eine Proporzion die Zahl der fünften Kolumne ab, welche dem betreffenden Verhältniß $\frac{V_N}{H_N}$ korrespondiren muß.

Die Spannung t_x des letzten Elements der Hängekette erhalten wir, wenn wir das Totalgewicht $Np = 211767^m594$ mit derjenigen Zahl der siebenten Kolumne multipliciren, welche $\frac{V_N}{H_N} = 0{,}162$ korrespondirt. Wir finden den horizontalen Komponenten Q wenn wir dasselbe Gewicht 211767^m594 mit jener Zahl der achten Kolumne multipliciren, welche diesem Verhältniß $\frac{V_N}{H_N} = 0{,}162$ entspricht.

Zweiter Fall. Von den Hängebrücken mit gleichweit entfernten Hängestangen, mit Rücksicht auf die faktische Wirkung des Gewichtes der Hängestangen und der Hängeketten. — 216. Nennen wir

V, die Ordinate irgend eines Scheitels n des Polygons;

n die Zahl des betreffenden Scheitels;

P, die Summe der gegebenen Gewichte, welche auf alle Scheitel mit Einschluß des Scheitels n wirken, abgesehen von dem Gewicht der Hängestangen und Hängeketten;

Γ_n das Gewicht desjenigen Theiles der Hängeketten, der auf diesen Scheitel wirkt;

Θ_n die Summe des Gewichtes aller Stangen, welche ebenfalls auf diesen Scheitel wirken;

Π_N die Summe aller verschiedenen Gewichte, welche auf alle Scheitel mit Einschluß des n^{ten} wirken;

Ω die ganze Summe der Gewichte jener Theile der Hängestangen außer den horizontalen Tangenten, die eine an der Krümmung der Tragketten, die andere an der untern Krümmung der Brückenbahn;

h die konstante horizontale Projekzion irgend einer Seite des Polygons;

Q den konstanten horizontalen Komponenten der Spannungen;

V_N die Ordinate des letzten Scheitels N oder den Pfeil der Hängeketten;

H_N die Abseisse dieses letzteren Scheitels;

f_N die Ordinate der untern Kurve der Brückenbahn, dem Scheitel N korrespondirend;

D die konstante Entfernung zwischen den horizontalen Parallelen, Tangenten der Kurven der Hängeketten und der Brückenbahn;

p den Theil des gleichförmig vertheilten Gewichts, das auf jede Hängestange kommt;

π das gleichförmig vertheilte Gewicht pro laufenden Meter der Horizontalen; man hat $p = \pi h$ wie in dem vorhergehenden Falle; zu dem gleichförmig vertheilten Totalgewicht gehört auch das Gewicht der Hängestangen zwischen den horizontalen Tangenten;

γ Gewicht pro Längeneinheit der Hängeketten.

217. Ordinaten des Polygons. — Nach diesen Voraussetzungen haben wir nach Formel (98) die Ordinate:

$$V_n = \left\{A_1 n^4 - B_1 n^3 + C_1 n^2 - D_1 n\right\}. \quad . \quad . \quad (l)$$

In dieser Gleichung sind die Koeffizienten gegeben durch die Verhältnisse (99):

$$A_1 = \frac{h^4}{4Q}\left\{\frac{2\gamma V_N^2}{3H_N^4} + \frac{\Omega}{H_N^3}\right\}$$

$$B_1 = \frac{h^4}{2Q}\left\{\frac{2\gamma V_N^2}{3H_N^4} + \frac{\Omega}{H_N^3}\right\}$$

$$C_1 = \frac{h^4}{4Q}\left\{\frac{2\gamma V_N^2}{3H_N^4} + \frac{\Omega}{H_N^3}\right\} + \frac{h}{2Q}\left\{p + \gamma h\right\}$$

$$D_1 = \frac{h}{2Q}\left\{p + \gamma h\right\}.$$

Diese Formel der Ordinaten wird bedeutend vereinfacht durch die Gleichung (102) der Kurve, welche durch die Scheitel des Polygons geht, und durch die Zurückführung dieser Gleichung in die praktische Form (106), welche hinreichende Genauigkeit hat, nämlich:

$$V_n = \frac{1}{Q}\left\{\left(\frac{\pi+\gamma}{2}\right)h^3(n^2-n) + \left(\frac{\gamma V_N^2}{6N^2} + \frac{h\Omega}{4N^3}\right)n^3\right\}. \quad (l^1)$$

worin nur zwei Glieder enthalten sind.

218. Den horizontalen Komponenten Q erhält man durch die Formel (107):

$$Q = \frac{1}{V_N}\left\{\left(\frac{\pi+\gamma}{2}\right)h^3(N^2-N) + \frac{\gamma V_N^2}{6} + \frac{h\Omega N}{4}\right\} \ldots (m)$$

Digitized by Google

Hat man diesen Werth von Q in Zahlen erhalten, so berechnet man V_x leicht, wie wir weiter sehen werden, durch Anwendung der Formeln.

Man kann die Ordinaten V_x des wirklichen Polygons noch durch eine andere Methode berechnen, nämlich durch die der Kurve der Differenzen. So nennt man eine Kurve, die als Ordinaten die Differenz der Ordinaten hat, welche der Parabel und der wirklichen Gleichgewichtskurve von gleichem Pfeil und gleicher Oeffnung entsprechen.

Wenn man diese Kurve der Differenzen kennt, so braucht man nur, um die Ordinaten des wirklichen Polygons zu haben, durch die im vorhergehenden Falle beschriebenen Methoden die korrespondirenden Ordinaten des parabolischen Polygons zu suchen und dann die korrespondirenden Ordinaten der Kurve der Differenzen von diesen Ordinaten wegzunehmen.

Diese Kurve der Differenzen hat als Ordinaten, Formel (122):

$$^2V_x = \left(-\,{}^1A\,\frac{x^2}{2} + {}^2B\,\frac{x^4}{4}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (n)$$

in welcher man hat:

$$^1A = \frac{h}{Q}\left\{p + \gamma h - p_1\right\}$$

$$^2B = \frac{h}{Q}\left\{\frac{2\,V^2_n}{8\,H^2_n}\gamma h^2 + \frac{\Omega h^2}{H^2_n}\right\};$$

$$p_1 = \frac{p'Q_1}{Q}$$

p' das Gewicht für jeden Scheitel des parabolischen Polygons, und

Q_1 der horizontale Komponent dieses Polygons.

219. Die Abschiffen bilden gewöhnlich einen Theil der Gegebenen des Problems; man hat Formel (124):

$$H_n = \left(n - \frac{1}{2}\right)h \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (o)$$

220. Die ganze Länge des halben Bogens der wirklichen Gleichgewichtskurve ist, Formel (140):

$$L_n = l_n + \frac{2\,V^2_n}{3\,l_n}\left\{1 + \frac{2\,\gamma\,V^2_n + 3\,\Omega\,H^2_n}{15\,(\pi+\gamma)\,H^2_n}\right\} \quad . \quad . \quad (p)$$

221. Differenz zwischen dem parabolischen Bogen und dem der wirklichen Kurve von gleichem Pfeil und gleicher Sehne. — Vergleicht man diesen Werth mit dem des parabolischen Bogens von gleichem Pfeil und gleicher Sehne, so ist die Differenz

$$\Delta l = \frac{2\,V^2_n}{H_n}\left\{\frac{2\,\gamma\,V^2_n + 3\,\Omega\,H^2_n}{15\,(\pi+\gamma)\,H^2_n}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (q)$$

222. Differenz des Pfeils zwischen der Parabel und der wirklichen Kurve von derselben Bogenlänge. — Die wirkliche Gleichgewichtskurve von derselben Bogenlänge als die Parabel von gleicher Oeffnung hat einen kleinern Pfeil als die von diesem parabolischen Bogen; die Differenz wird ausgedrückt durch:

$$\Delta V_n = \frac{V_n}{2}\left\{\frac{2\,\gamma\,V^2_n + 3\,\Omega\,H^2_n}{15\,(\pi+\gamma)\,H^2_n}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (r)$$

223. Die genaue Länge von jeder Seite des wirklichen Gleichgewichtspolygons erhält man durch die Formel:

$$l_1 = h\left(1 + \frac{\Pi_n}{Q}\right)^{\frac{1}{2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (s)$$

in welcher man hat (129):

$$\Pi_n = A\,h\,n + B\,h^3\,n^3$$

$$A = (\pi+\gamma) \qquad B = \left\{\frac{2\,\gamma\,V^2_n}{3\,H^2_n} + \frac{\Omega}{H^2_n}\right\}$$

224. Die Spannung irgend eines Elementes der Hängekette wird gegeben durch die Formel (152)

$$t_n = \sqrt{Q^2 + \Pi^2_n} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (t)$$

in welcher Π_n und Q die eben angegebenen Werthe haben.

225. Die Tangente des durch irgend eine Seite des Polygons mit der Horizontalen gebildeten Winkels ist

$$\text{tang}\,\alpha_n = \frac{\Pi_n}{Q} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (u)$$

Die graphischen Methoden, die zur Bestimmung der Elemente des Polygons dienen, sind in den §§. 150 und 153 beschrieben.

226. Anwendungen. — Nehmen wir jetzt dieselben Gegebenen wieder an wie im vorstehenden Falle, in welchem wir den veränderlichen Einfluß des Gewichtes der Hängestangen und der Hängeketten unberücksichtigt ließen, und wenden wir die Formeln an.

Hier besteht das Gewicht p aus den 1920 Kil. der Brückenbahn, das von jeder Stange getragen wird, mit Hinzurechnung des Gewichtes jenes Theils der Stange zwischen den beiden horizontalen Tangenten. Da jeder Balken von zwei Stangen getragen wird, und wenn man voraussetzt, daß das Gewicht dieser beiden Stangen zusammen pro laufenden Meter 5 Kil. beträgt, so muß man, um p zu finden, 1920 Kil. um 5 Kil. × D = 5 × 1,50 = 7k,50 vermehren und man erhält dann

$$p = 1927^{k},50$$

Digitized by Google

folglich $\tau = \frac{1927^{Pfd}.30}{h} = \frac{1927^{Pfd}.30}{1,215} = 1586^{Pfd}.42.$

Wir wissen übrigens nach dem, was im ersten Fall bemerkt wurde, daß

$\Omega = 2315^{Pfd}.135 \qquad \gamma = 535^{Pfd}.87$
$G_N = 2922^{Pfd}.635 \qquad P_N = 156127^{Pfd}.5$
$\Gamma_N = 53324^{Pfd}.959$

Das Totalgewicht des Systems, das die Hängeketten zu tragen haben, ist

$\Pi_N = P_N + \Gamma_N + \Omega = 211767^{Pfd}.594$

Die Gegebenen des Problems sind demnach:

$p = 1927^{Pfd}.5$	$P_x = 156127^{Pfd}.5$
$\tau = 1586^{Pfd}.42$	$G_x = 2922^{Pfd}.635$
$\gamma = 535^{Pfd}.87$	$\Gamma_x = 53324^{Pfd}.96$
$\Omega = 2315^{Pfd}.135$	$H_x = 97^{m}.80$
$\Pi_x = 211767^{Pfd}.594$	$V_x = 15^{m}.84$

$N = 81$
$h = 1^{m}.215$
$D = 1^{m}.50$
$f_x = 1^{m}.10$
$\frac{V_x}{H_x} = 0^{m}.162$

227. Die Formel (m) gibt den horizontalen Komponenten:]

$$Q = \frac{1}{V_N}\,[1061{,}145 \times 1{,}476225 \times 6480 + 22408{,}797 + 56961{,}003] = 645847^{Pfd}.1.$$

Vergleicht man diesen Werth mit dem des horizontalen Komponenten des parabolischen Polygons, so sieht man, daß der horizontale Komponent der Spannungen schwächer ist in der wirklichen Gleichgewichtskurve als in der paraboliſchen Kurve, was auch sein muß, da die Krümmung der wirklichen Kurve stärker ist gegen das Widerlager als die der Parabel. Die Differenz zwischen diesen beiden horizontalen Komponenten ist:

$$649741^{Pfd}.3 - 645847^{Pfd}.1 = 3894^{Pfd}.2.$$

228. Kennt man diesen Werth von Q, so kann man den Werth der Ordinate V, nach der Formel (l) oder (l') berechnen.

Nimmt man noch an $n = 30$, so gibt die Formel (l') als Ordinate des dreißigsten Scheitels:

$$V_{30} = \frac{1}{645847}\,[1'362'845{,}23653375 + (0{,}0005206 + 0{,}001323)\,810000] = 2^{m}.1125.$$

Die Differenz dieser Ordinate mit der korrespondirenden Ordinate der Parabel, wie weiter oben gefunden, ist:

$$2^{m}.1273 - 2^{m}.1125 = 0^{m}.0148.$$

Diese sehr merkliche Differenz zwischen den in Rede stehenden Ordinaten und folglich zwischen den Stangen des dreißigsten Scheitels in den beiden vorliegenden Fällen führt auf die Nothwendigkeit, die Formeln anzuwenden, welche die wirkliche Gleichgewichtskurve bei Bauten von einiger Wichtigkeit betreffen.

Um alle Ordinaten des Polygons zu finden, müßte man die Gleichung (l') für alle die Werthe von n, von 1 bis 81 auflösen. Diese Berechnung würde für alle Werthe der Ordinaten viel Zeit erfordern, daher ist es zweckmäßig, hier die gemischte Berechnung anzuwenden. Man berechnet in Zahlen einmal für allemal die konstanten Koefficienten

$$\frac{1}{Q}\left\{\left(\frac{\pi+7}{2}\right)h^2\right\} = A \text{ und } \frac{1}{Q}\left\{\frac{\gamma\,V_x^2}{6\,N^2} + \frac{h\,\Omega}{4\,N^2}\right\} = B,$$

der Gleichung (l') und löst auf graphische Weise die sich ergebende Gleichung, welche die Form hat:

$$V_n = A\,(n^2 - n) + B\,n^4.$$

Zu diesem Zweck assimilirt man jeden der beiden Ausdrücke des zweiten Gliedes mit der Gleichung einer geraden Linie; man setzt:

$$y = A\,(n^2 - n) = Ax \text{ und } y' = B\,n^4 = Bz \ldots (r)$$

Jedes dieser Verhältnisse muß bis zur Grenze bestehen, für welche $n = N$, $y = Y'$, $y' = Y$, $x = X$, $z = Z$; dann wird das erste Verhältniß:

$$Y = AX = A\,(N^2 - N).$$

Wenn wir demnach auf einer unbestimmten Geraden eine Länge $OA = N^2 - N$ (Fig. 65) annehmen, wenn wir in dem Punkt A die Senkrechte AB errichten, welche gleich ist Y oder $A\,(N^2 - N)$ und leicht zu berechnen ist, so erhalten wir durch die Verbindung von OB eine Gerade, die mit OA einen Winkel bildet, dessen Tangente gleich ist dem Koefficienten A der ersten Relazion (r). Nehmen wir nun von O an auf OA Längen an, welche gleich sind $(n^2 - n)$. Nehmen wir nun von O angefangen auf der Linie OA Längen, welche gleich sind $(n^2 - n)$, für die verschiedenen Werthe von $n, n = 1, 2, 3 \ldots\ldots 81$ an, und errichten Senkrechte auf OA an den Endpunkten dieser verschiedenen Längen, so erhalten wir bei der Durchschneidung die-

Digitized by Google

ser Senkrechten mit OB Längen, welche y gleich sind, und diesen verschiedenen Werthen von n korrespondiren. Verfährt man auf gleiche Weise bei dem zweiten Verhältniß $y' = B n'$, d. h. nimmt man $O'A' = n' = \frac{1}{81}{}^4$ (Fig. 66) an, errichtet dann $A'B' = B N'$ und verbindet $O'B'$, so erhalten wir tang. $A'O'B' = B$. Tragen wir nun auf $O'A'$ Längen auf, die den verschiedenen Werthen von n' gleich sind, so erhalten wir durch die Senkrechten die verschiedenen korrespondirenden Werthe von y'. Rechnen wir demnächst diese Werthe zu denen von y hinzu, die wir vorher gefunden, so erhalten wir alle Werthe von V_x.

Diese graphische Berechnung läßt sich mit Hilfe der angehängten Tabelle Nr. 2 sehr schnell ausführen; sie gibt die Werthe von $n^2 - n$ und n^4 an, welche den verschiedenen Werthen von n, von n=1 bis zu n=100 korrespondiren.

229. Die Berechnung der Ordinaten des wirklichen Polygons läßt sich auch durch die Methode der Kurven der Differenzen bewerkstelligen, wie wir weiter oben bemerkten. Man bestimmt die Ordinaten ^2V_x der Kurve der Differenzen [Gleichung (n)] durch das gezeigte graphische Verfahren und zieht diese Ordinaten von den korrespondirenden Ordinaten der Parabel ab, die entweder graphisch oder durch die oben angegebene Methode der Differenzen oder endlich direkt berechnet sind.

230. Die Abfeisse des dreißigsten Scheitels wird nach der Formel (o) sein:

$$H_{30} = (30 - \tfrac{1}{2}) 1{,}215 = 35{}^m8425.$$

231. Die Formel (p) gibt die ganze Länge der wirklichen Kurve an:

$$L_H = H_x + \frac{2 V_x{}^2}{3 H_x} \left\{ 1 + \frac{2 V_x{}^2 + 3 \Omega H_x}{15 (\pi + \gamma) H_x{}^2} \right\} = 97{}^m80 +$$
$$+ 1{,}71033 \times 1{,}00311394 = 99{}^m5157.$$

232. Die Längendifferenz dieses wirklichen Polygons mit dem parabolischen Polygon von gleichem Pfeil und gleicher Oeffnung wird ermittelt durch die Formel (q):

$$\Delta l = \frac{2 V_x{}^2}{3 H_x} \left\{ \frac{2 V_x{}^2 + 3 \Omega H_x}{15 (\pi + \gamma) H_x{}^2} \right\} = 1{,}71033 \times$$
$$\times 0{,}00311394 = 0{}^m0053259.$$

Wird dieser Werth von Δl der Länge des parabolischen Polygons $99{}^m5104$ hinzugesetzt, so erhält man in der That die Länge des wirklichen Polygons $= 99{}^m5157$.

Fügt man Δl zu der Länge der Parabel von gleichem Pfeil und gleicher Sehne als das parabolische Polygon hinzu, welche, wie wir gesehen haben, $99{}^m484369$ beträgt, so erhält man als die Länge der wirklichen Kurve von gleichem Pfeil und gleicher Sehne $99{}^m489595$.

233. Verlangen wir die Differenz des Pfeils zwischen der Parabel und der wirklichen Kurve von gleicher Oeffnung und Bogenlänge, so wenden wir die Formel (r) an, welche gibt:

$$\Delta V_H = \frac{V_H}{2} \left\{ \frac{2 V_x{}^2 + 3 \Omega H_x}{15 (\pi + \gamma) H_x{}^2} \right\} = 7{,}92 \times 0{,}00311394 =$$
$$= 0{}^m0247.$$

Aus den beiden Verhältnissen Δl und ΔV_x ist zu ersehen, daß, wenn die wirkliche Kurve, welche um $0{}^m0053$ länger ist als die Parabel von demselben Pfeil und derselben Sehne, ihre Länge so vermindert, daß sie der Parabel gleich wird, ihr Pfeil um $0{}^m0247$ geringer wird. Eine geringe Veränderung nach der Länge der Kurve zieht demnach eine sehr merkliche Veränderung des Pfeils nach sich.

234. Um die Länge einer jeden Seite des wirklichen Polygons abgesondert zu berechnen, wendet man die Formel (s) an, in welcher

$$\Pi_n = A h . n + B h^2 n^2$$

$$A = (\pi + \gamma) \qquad B = \left\{ \frac{2 V_x{}^2}{3 H_x{}^2} + \frac{\Omega}{H_x{}^2} \right\}$$

Durch die graphische Berechnung sucht man die verschiedenen Werthe von Π_n auf, welche alsdann zur Berechnung der korrespondirenden Werthe von l_n dienen.

235. Die Spannung eines jeden Elementes der Hängekette erhält man durch diese Werthe von Π_n mit der Formel (t). Die Spannung des letzten Elementes ist:

$$t_n = \sqrt{Q^2 + \Pi_n{}^2} = 679679^{kg}000.$$

236. Die Formel (u) gibt die Tangente des Winkels, den die letzte Seite nach dem Scheitel N mit der Horizontalen bildet:

$$\text{tang. } \alpha_n = \frac{\Pi_n}{Q} = 0{,}3278912$$

$$\log. 0{,}3278912 = 1{,}5157298$$

$$\log. \text{tang. } \alpha_n = 9{,}5157298$$

und man erhält

$$\alpha_n = 18^\circ 9' 10'', 39$$

für den Winkel, den dieses letzte Element des Polygons mit der Horizontalen macht. Dieser Winkel ist größer als der des letzten Elementes der parabolischen Hänge-

Digitized by Google

kette, was auch sein muß, weil die wirkliche Kurve hohler ist bei den Widerlagern als die Parabel.

II. Praktische Bestimmung der Polygone, die in jedem Element mit gleichen Gewichten belastet und deren Seitenlängen konstant sind.

Erster Fall. Von den Hängebrücken, deren Stangen an der Hängekette gleichweit entfernt sind, und deren Gewicht als gleichförmig auf der Kette vertheilt angenommen ist. — 237. Es seien:

V_n die Ordinate irgend eines Scheitels des Polygons;
n die Zahl des betreffendenden Scheitels, stets angefangen von der senkrechten Achse, die das Polygon in zwei symmetrische Theile theilt;
p das konstante Gewicht, das von jedem Scheitel getragen wird;
π das Gewicht pro Längenmeter an den Ketten;
Π das Totalgewicht des Systems $= Np$;
l die beständige Länge der Polygonseiten;
N die Zahl der letzten Hängestange;
H_n die Abscisse irgend eines Scheitels der Reihe n;
V_N die Ordinate, H_N die Abscisse } des letzten Scheitels N;
f_N der Pfeil der Brückenbahn, dem Scheitel N entsprechend;
S die Länge, y die Ordinate, x die Abscisse } eines Bogens der Kettenlinie;
t_n die Spannung irgend einer Seite nach dem n^{ten} Scheitel;
Q der konstante horizontale Komponent der Spannungen.

238. **Ordinaten des Polygons.** — Wenn die Last gleichmäßig auf die Länge der Kurve vertheilt ist, so bildet diese Kurve eine Kettenlinie. Nach Formel (155) haben die Ordinaten dieser Kettenlinie zum Ausdruck:

$$y = S\left\{\frac{1}{2}\left(\frac{\pi S}{Q}\right) - \frac{1}{2\times 4}\left(\frac{\pi S}{Q}\right)^3 + \frac{5}{8\times 6}\left(\frac{\pi S}{Q}\right)^5 - \frac{5}{16\times 8}\left(\frac{\pi S}{Q}\right)^7\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (a)$$

Das Gleichgewichtspolygon hat Formel (156) als Ordinaten:

$$V_n = \left\{\frac{1}{2}\left(\frac{\pi}{Q}\right) l^2\left(n-\frac{1}{2}\right)^2 - \frac{1}{8}\left(\frac{\pi}{Q}\right)^3 l^4\left(n-\frac{1}{2}\right)^4 + \frac{1}{16}\left(\frac{\pi}{Q}\right)^5 l^6\left(n-\frac{1}{2}\right)^6 - \frac{5}{128}\left(\frac{\pi}{Q}\right)^7 l^8\left(n-\frac{1}{2}\right)^8\right\} . \quad (b)$$

239. **Die Abscissen der Kettenlinie und die des Polygons** sind beziehungsweise gegeben durch die Formeln (158) und (159), welche sind:

$$x = S\left\{1 - \frac{1}{2\times 3}\left(\frac{\pi S}{Q}\right)^2 + \frac{3}{8\times 5}\left(\frac{\pi S}{Q}\right)^4 - \frac{5}{16\times 7}\left(\frac{\pi S}{Q}\right)^6 + \frac{35}{128\times 9}\left(\frac{\pi S}{Q}\right)^8\right\} \quad \ldots (c)$$

$$H_n = \left\{\left(n-\frac{1}{2}\right) l - \frac{1}{6}\left(\frac{\pi}{Q}\right)^2\left(n-\frac{1}{2}\right)^3 l^3\right\} \ldots (d)$$

240. **Horizontaler Komponent.** In jeder der vier vorstehenden Formeln ist der Werth des Komponenten Q derjenige, den man aus einer der beiden Gleichungen (157) oder (161) ableitet, die hier folgen:

$$\frac{\pi S}{Q} = 2\left\{\left(\frac{y}{S}\right) + \left(\frac{y}{S}\right)^3 + \left(\frac{y}{S}\right)^5 + \left(\frac{y}{S}\right)^7 + \ldots\right\} \ldots (e)$$

$$\frac{\pi S}{Q} = \sqrt{6\left(\frac{S-x}{S}\right)}\left\{1 + 1{,}35\left(\frac{S-x}{S}\right) + 1{,}559\left(\frac{S-x}{S}\right)^2 + 1{,}602\left(\frac{S-x}{S}\right)^3 + \ldots\ldots\right\} \ldots\ldots (e')$$

Man leitet Q von der ersten oder von der zweiten Gleichung ab, je nachdem man den Pfeil y oder die Abscisse x mit dem korrespondirenden Bogen S kennt.

241. **Man kann auch y als Funkzion von x oder gegenseitig** nach den Formeln (165) und (166) haben, welche sind:

$$y = S\sqrt{\frac{S-x}{S}}\left\{1{,}225 - 0{,}18375\left(\frac{S-x}{S}\right) - 0{,}0196\left(\frac{S-x}{S}\right)^2 - 0{,}13414\left(\frac{S-x}{S}\right)^3\right\} \ldots (\alpha)$$

$$S\left\{1 - \frac{2}{3}\left(\frac{y}{S}\right)^2 - \frac{2}{15}\left(\frac{y}{S}\right)^4 - \frac{2}{35}\left(\frac{y}{S}\right)^6\right\} \ldots\ldots (\gamma)$$

242. **Die Länge des Polygons** ist gewöhnlich eine der Gegebenen des Problems; ihr Ausdruck ist (162)

$$L_n = \left(n - \frac{1}{2}\right) l \quad \ldots\ldots (f)$$

243. **Die Länge des Bogens der Kettenlinie** als Funkzion des Pfeiles und der korrespondirenden Sehne ist (194)

$$S = x\left\{1 + \frac{2}{3}\frac{y^2}{x^2} - 0{,}311\frac{y^4}{x^4} + 0{,}277\frac{y^6}{x^6} - 0{,}477\frac{y^8}{x^8}\right\} . (\varepsilon)$$

244. **Die Spannung einer Seite des Polygons** erhält man durch die Formel (163)

$$t_n = Q\sqrt{1 + \left(\frac{\Pi_n}{Q}\right)^2} \quad \ldots\ldots (g)$$

245. **Die Tangente des Winkels**, gebildet durch die Seite, welche dem Scheitel n folgt, mit der Horizontalen, hat als Ausdruck (Formel 164)

$$\text{tang}\,\alpha_n = \frac{\Pi_n}{Q} \quad \ldots\ldots (h)$$

Digitized by Google

Die graphiſchen Methoden zur Beſtimmung der Elemente des Gleichgewichtspolygons ſind in §. 164 ꝛc. entwickelt.

Von den Verhältniſſen zwiſchen Bogen, Pfeil und Sehne der Kettenlinien und den korreſpondirenden Elementen der Parabel.

Pfeilunterſchied. — Im Nachſtehenden werden durch S, y und x der Bogen, die Ordinate und die Abſciſſe der Kettenlinie, und durch C, f und h die korreſpondirenden Elemente der Parabel dargeſtellt.

246. 1. Pfeil der Kettenlinie als Funkzion der Elemente der Parabel. Wenn Δ der Bruch iſt, welcher ausdrückt, um wie viel der Pfeil der Parabel als Einheit genommen größer iſt als der der Kettenlinie von gleicher Bogenlänge und gleicher Sehne, ſo hat man (170) und (177)

$$\left.\begin{aligned} y &= f - \Delta f \\ \Delta &= \frac{1}{15}\frac{f^2}{h^2} - 0{,}143\,\frac{f^4}{h^4} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (i)$$

alsdann $y = f\left(1 - 0{,}0666\,\frac{f^2}{h^2} + 0{,}143\,\frac{f^4}{h^4}\right)$.

247. 2. Pfeil der Parabel als Funkzion der Elemente der Kettenlinie. — Wenn man dagegen, die Elemente der Kettenlinie kennend, als Funkzion dieſer Elemente den Pfeil der Parabel haben wollte, ſo könnte man ſich der Formeln (179) (187) und (188) bedienen, an welche hier errinnert wird:

$$\left.\begin{aligned} f = y\,(1+\Delta_1) &= y\left(1 + 0{,}0666\,\frac{y^2}{x^2} - 0{,}1297\,\frac{y^4}{x^4}\right) \\ \Delta_1 &= \frac{1}{15}\,\frac{y^2}{x^2} - 0{,}1297\,\frac{y^4}{x^4} \end{aligned}\right\}. \quad (i')$$

Iſt der Pfeil der Kettenlinie als Einheit genommen worden, ſo iſt Δ der Bruch, welcher ausdrückt, um wie viel der Pfeil der Kettenlinie kleiner iſt als der der Parabel.

248. Differenz der Bogenlängen. — 1. Als Funkzion der Elemente der Parabel. — Die Kettenlinie von gleichem Pfeil und gleicher Sehne als die Parabel hat eine größere Bogenlänge als dieſe Parabel.

Nennen wir ε den Bruch, welcher die geſuchte Differenz ausdrückt, und die Länge des paraboliſchen Bogens iſt als Einheit genommen worden, ſo erhält man (195)

$$\varepsilon C = S - C = h\left(0{,}089\,\frac{f^4}{h^4} - 0{,}294\,\frac{f^6}{h^6} + 0{,}634\,\frac{f^8}{h^8}\right) \quad \ldots\ldots (k)$$

249. 2. Als Funkzion der Elemente der Kettenlinie. — Um die als Funkzion der Elemente der Kettenlinie geſuchte Differenz kennen zu lernen, wendet man die Formel (197) an:

$$\varepsilon_1 S = x\left(0{,}089\,\frac{y^4}{x^4} - 0{,}294\,\frac{y^6}{x^6} + 0{,}634\,\frac{y^8}{x^8}\right). \quad (k')$$

in welcher, die Länge S als Einheit angenommen, ε_1 der Bruch iſt, welcher ausdrückt, um wie viel der Bogen der Kettenlinie an Länge den der Parabel von gleichem Pfeil und gleicher Sehne übertrifft.

Relazionen zwiſchen dem Pfeil und der Länge des Bogens der Kettenlinie.

250. Verlängerung des Bogens der Kettenlinie bei einer gegebenen Vergrößerung des Pfeils. — Iſt ΔS die Verlängerung der Kettenlinie, welche einer gegebenen Vergrößerung d y des Pfeiles entſpricht, ſo erhält man Formel (200)

$$\Delta S = x\left\{\begin{aligned} &+ \varepsilon\left(\frac{4}{3}\frac{y^2}{x^2} - 1{,}245\,\frac{y^4}{x^4} + 1{,}663\,\frac{y^6}{x^6}\right) \\ &+ \varepsilon^2\left(\frac{2}{3}\,\frac{y^2}{x^2} - 1{,}867\,\frac{y^4}{x^4} + 4{,}158\,\frac{y^6}{x^6}\right) \\ &+ \varepsilon^3\left(-\,1{,}245\,\frac{y^4}{x^4} + 5{,}544\,\frac{y^6}{x^6}\right) \end{aligned}\right\}. \quad (l)$$

In den meiſten Fällen der Praxis beſchränkt man ſich auf die Formel (201):

$$\Delta S = x\,\varepsilon\left(\frac{4}{3}\,\frac{y^2}{x^2} - 1{,}245\,\frac{y^4}{x^4}\right) \quad \ldots (l')$$

251. Zunehmen des Pfeils bei einer gegebenen Verlängerung der Achſe. — Hätte man dagegen eine Vergrößerung der Länge des Bogens und man wollte die korreſpondirende Zunahme des Pfeils der Kettenlinie beſtimmen, ſo wendet man die Formel (202) an:

$$\varepsilon y = y\left\{\begin{aligned} &\frac{\Delta S}{x}\left(0{,}75\,\frac{x^2}{y^2} + 0{,}7005 - 0{,}281\,\frac{y^2}{x^2} - 1{,}135\,\frac{y^4}{x^4}\right) \\ &+ \frac{\Delta^2 S^2}{x^2}\left(-\,0{,}281\,\frac{x^4}{y^4} + 0{,}037 - 2{,}111\,\frac{y^2}{x^2} - 3{,}151\,\frac{y^4}{x^4}\right) \\ &+ \frac{\Delta^3 S^3}{x^3}\left(\quad 0{,}211\,\frac{x^6}{y^6} + 0{,}342\,\frac{x^4}{y^4} - 0{,}39\,\frac{x^2}{y^2} - 0{,}873 - 7{,}831\,\frac{y^2}{x^2} + 0{,}202\,\frac{y^4}{x^4}\right) \end{aligned}\right\} \quad \ldots (m)$$

Digitized by Google

welche sich in den meisten Fällen der Praxis auf zwei Glieder reduciren läßt, nämlich:

$$z\,y = \Delta S\left(0{,}75\,\frac{x}{y} + 0{,}7005\,\frac{y}{x}\right) \quad \ldots \quad (m^4)$$

252. Anwendungen. — Um die vorstehenden Formeln in Anwendung zu bringen, nehmen wir eine Brücke an, welche dieselbe Oeffnung hat als in den vorstehenden Fällen und deren ganzer Pfeil der Hängeketten auch derselbe ist. Es seien demnach:

$V_N = 15''84 \qquad H = 211767^{Pfd}594$

$H_N = 97''80 \qquad p = 2614^{Pfd}414 \qquad l = 1''235908.$

$N = 81 \qquad \nu = \frac{p}{l} = 2115^{Pfd}38$

Die Länge l folgt aus der Division der ganzen Länge des Polygons durch $N - \frac{1}{2}$.

253. Die Länge der Kettenlinie erhält man direkt durch die Formel (*) oder aber durch vorherigen Aufsuchen der Differenz d, S, durch die Formel (k'), der Kettenlinie und der Parabel von gleichem Pfeil und gleicher Oeffnung, und durch Hinzusetzung derselben zu der Länge jener Parabel, die wir in dem ersten Falle gefunden haben $= 99''484369$.

Nach dieser letzten Methode operirend setzen wir in (k') für x und y die äußersten Ordinaten $H_N = 97''80$ und $V_N = 15''84$. Alsdann erhalten wir:

$$z_1 S = 0{,}005499,$$

folglich für die ganze Länge der Kettenlinie

$$99''484369 + z_1 S = 99''489868.$$

Diese Länge ist größer als die der Parabel von gleicher Oeffnung und gleichem Pfeil, und übertrifft also die Länge der wirklichen Kurve in dem Falle der gleichweit entfernten Hängestangen.

254. Ist die ganze Länge S bekannt, so können wir den horizontalen Komponenten Q nach der Formel (e) berechnen, wenn wir an die Stelle von y den Werth $V_N = 15''84$ und für S den korrespondirenden Werth $99''489868$ setzen.

Alsdann erhält man

$$\frac{\varkappa 8}{Q} = 2\,(0{,}1592122 + 0{,}0040357 + 0{,}000102301 + \\ + 0{,}0000025932) = 2 \times 0{,}163352794 = 0{,}326605588$$

$$Q = \frac{\varkappa 8}{0{,}326605588} = 644382^{Pfd}3.$$

Dieser Werth von Q ist kleiner als der, welchen wir in dem Falle des parabolischen Polygens (§. 199 u. f. w.) fanden, was auch stattfinden muß, da die Kettenlinie an den Widerlagern hohler ist als die Parabel. Da der Werth von Q für die Kettenlinie auch kleiner ist als für die reelle Kurve im Falle der gleichweit entfernten Hängestangen, so zeigt dies an, daß die Kettenlinie in dem und beschäftigenden besonderen Falle an den Widerlagern noch hohler ist als die wirkliche Kurve, von welcher die Rede war.

255. Die Ordinaten des Polygons erhält man vermittelst der Gleichung (b). Wenn wir die dreißigste Ordinate suchen, für welche $n = 30$, so kommen wir zu

$$V_{30} = 2''18188 - 0''00781406 + 0{,}00005597 - \varkappa. \\ = 2''1741.$$

Diese Ordinate übertrifft die dreißigste Ordinate der Parabel. Um aber auf eine gewisse Art schließen zu können, daß sie die niedrigste an dem betreffenden Punkte ist, so muß man suchen, welches die Ordinate der Parabel ist, die derselben Abscisse entspricht. Die Abscisse der Kettenlinie aber, die der dreißigsten Ordinate korrespondirt, ist nach der Formel (d)

$$H_{30} = 29{,}5 \times 1{,}235908 - \frac{1}{6}\left(\frac{\pi}{Q}\right)^2 \times 29{,}5^3 \times 1{,}235908^3$$

Suchen wir nun die Ordinate der Parabel, die dieser Abscisse korrespondirt, vermittelst der Gleichung

$$y = \frac{\pi}{2\,Q}\,x^2,$$

in welcher

$\pi = 2151{,}781$; $Q = 649741{,}3$; $x = 36{,}372227$,

so finden wir $y = 2''1906$.

Der Punkt der Kettenlinie also, der ihrer dreißigsten Ordinate korrespondirt, liegt unter dem entsprechenden Punkt der Parabel um $2''1906 - 2''1741 = 0''0165$.

Hinsichtlich dieser Ordinate der Kettenlinie ist die Differenz zwischen der Ordinate der Parabel und der der wirklichen Kurve in dem Falle gleichweit entfernter Stangen beinahe dieselbe als bei der dreißigsten Ordinate der Parabel. Nur wissen wir in diesem letzteren Falle, daß die Differenz $0''148$ beträgt. Die Ordinate der wirklichen Kurve auf der dreißigsten Ordinate der Kettenlinie ist also $2''1906 - 0''0148 = 2''1758$. Diese Ordinate übersteigt noch die der Kettenlinie um $0''0017$, so daß der Punkt der Kettenlinie, der der dreißigsten Ordinate korrespondirt, noch unter der wirklichen Kurve liegt.

256. Die Länge des Polygons mit gleichen Gliedern, welche der dreißigsten Ordinate entspricht, ist nach Formel (f)

$$L_{30} = 29{,}5 \times 1''235908 = 36''459286.$$

Digitized by Google

257. Wenn wir den Pfeil f und die Sehne h einer Parabel kennen, und wir wollen den Pfeil y der Kettenlinie von gleicher Sehne und gleicher Bogenlänge finden, so wenden wir die Formel (i) an, welche für $f = 15^m84$ und für $h = 97^m80$ gibt:

$$y = 15{,}84 - 0{,}0666\,\frac{\overline{15.84}^3}{97{,}80^3} + 0{,}143\,\frac{15{,}84^5}{97{,}80^5} =$$

$$= -15{,}84 - 0{,}027737 + 0{,}001558 = 15^m8138.$$

Der Pfeil der Kettenlinie hat nun $15^m84 - 15^m8138 = 0^m0261$ weniger als der der gegebenen Parabel.

258. Beim Beginn dieser Anwendungen haben wir gesehen, wie man die Differenz der Länge der Kettenlinie und der Parabel von gleichem Pfeil und gleicher Oeffnung bestimmte; versuchen wir nun die Veränderung zu finden, welche die Kettenlinie bei einer gegebenen Veränderung ihrer Länge erleidet. Wir nehmen an, daß die Kettenlinie, welche 15^m84 Pfeil und $99^m489868$ Bogenlänge hat, sich in der Länge so vermindere, daß ihr Bogen gleich sei dem Bogen $99^m484369$ der Parabel von gleichem Pfeil. Die Verlängerung ΔS des Bogens der Kettenlinie wird negativ und gleich sein $99^m484369 - 99^m489868 = -0{,}005499$; dann gibt die Formel (m') als Zunahme des Pfeils:

$$\delta y = -0{,}005499\left(0{,}75\,\frac{97{,}80}{15{,}84} + 0{,}7005\,\frac{15{,}84}{97{,}80}\right) =$$

$$= -0{,}0261.$$

Diese Verminderung des Pfeils ist übrigens dieselbe als die Differenz des Pfeils der Kettenlinie und der Parabel von gleicher Bogenlänge und gleicher Sehne.

259. Um die Spannung des letzten Elements des Polygons zu bestimmen, bedienen wir uns der Formel (g); wir erhalten dann:

$$t_x = Q\sqrt{1+\left(\frac{\Pi}{Q}\right)^2} = 644382{,}3\sqrt{1+\frac{\overline{211767{,}594}^2}{644382{,}3^2}} =$$

$$= 678287^{kil}6.$$

260. Der Werth endlich der Tangente des Winkels, den das letzte Element mit der Horizontalen macht, ist nach der Formel (h)

$$\text{tang. } \alpha_x = \frac{\Pi}{Q} = \frac{211767{,}594}{644382{,}3} = 0{,}3286366$$

und man erhält

$$\log.\text{ tang. } \alpha_x = 9{,}5167159$$

$$\alpha_x = 18^\circ 11' 30'', 27.$$

Zweiter Fall. Von den Hängebrücken mit gleichweit an der Hängekette befestigten Hängestangen mit Rücksicht auf das veränderliche Gewicht aller Theile des Apparates.

261. In diesem Falle besteht das ganze Gewicht Π_n, womit alle Scheitel von dem ersten bis zum n^{ten} mit eingeschlossen belastet sind, aus drei Gruppen:

1. aus den Gewichten, welche proporzional zur Länge der Hängekette sind und so wirken, daß sie der Kette die Form einer Kettenlinie geben;

2. aus den Gewichten, welche so betrachtet werden können, als seien sie im Verhältniß zu den horizontalen Projekzionen der verschiedenen Theile der Hängekette auf diese letztere vertheilt;

3. aus den Gewichten, welche dahin streben, die Kette an den Widerlagern hohler zu bilden, um die Krümmung der Kettenlinie zu forciren und folglich die Kurve von der paraboliſchen Form zu entfernen, indem die Kettenlinie überschritten wird.

Die wirkliche Gleichgewichtskurve nimmt also gleichzeitig Theil an der Form der Kettenlinie und an der der Parabel, indem sie sich um so mehr der Kettenlinie oder der Parabel nähert als die erste oder zweite Gruppe im Verhältniß zu den beiden andern überwiegender ist.

Zu der ersten Gruppe gehören:

1. die Eigengewichte der Hängestangen;

2. die Gewichte der Befestigungsmittel der Hängestangen mit den Hängeketten und mit den Balken, z. B. Bügel, Unterlagen, Bolzen, Schraubenmuttern u. s. w.;

3. die Gewichte von den Theilen der Hängestangen zwischen den horizontalen Tangenten zur Kettenkrümmung und zur untern Krümmung der Brückenbahn;

4. das Gewicht der Balken, die mit all ihrem Zubehör an den Hängestangen befestigt sind;

5. endlich das Gewicht der Bolzen, Strebeisen u. s. w., welche zur Befestigung der Geländer an die Balken dienen.

Die zweite Gruppe besteht:

1. aus dem Gewicht des gleichförmigen Theils der Brückenbahn mit Ausschluß der Balken;

2. aus dem Gewicht des ungleichförmigen Theils der Geländer.

Die dritte Gruppe wird aus dem Gewicht der Stangen gebildet, die sich außer den horizontalen Tan-

Digitized by Google

genten zur Krümmung der Hängekette und zur untern Kurve der Brückenbahn befinden.

Bezeichnen wir nun wieder mit

V_n die Ordinate irgend eines Scheitels n des Polygons;
n die Zahl des betreffenden Scheitels;
H_n die Abscisse des Scheitels n;
S_n die Länge der Kette, welche dem Scheitel n entspricht;
X die Abscisse, Y die Ordinate } der ganzen Kurve, deren Länge S_N ist;
N die Zahl des letzten Polygonalscheitels;
Q die konstante horizontale Spannung;
t_n die Spannung der Seite zwischen den Scheiteln n und n + 1;
α_n den Winkel dieser Seite mit der Horizontalen;
Π_n das Totalgewicht auf alle Scheitel von dem ersten bis einschließlich des n^{ten};
l die Länge einer Polygonseite;
γ das Gewicht pr. Kettenlängeneinheit des ganzen Gewichts der ersten Gruppe;
π das Gesammtgewicht der zweiten Gruppe auf die Längeneinheit der Horizontalen;
Ω das Totalgewicht der Stangen außerhalb der horizontalen Tangenten.

262. Wir erhalten nach Formel (214)

$$\Pi_n = A\,l\,n \pm B\,l^2\,n^2 \ldots\ldots (n).$$

In diesem Ausdruck hat man:

$$A = (\gamma + \pi) \qquad B = \frac{b}{l^2\,N^2} = \left(\frac{\Omega - \pi\,(8s - X)}{N^2\,l^2}\right)$$

Der Koefficient B ist im Allgemeinen ziemlich schwach; man behält für ihn in der Gleichung (n) das Zeichen bei, das ihm nach der numerischen Berechnung zukommt.

263. Die Ordinate irgend eines Scheitels des Polygons wird gegeben durch die Formel (224):

$$V_n = \frac{1}{Q}\left\{\frac{A}{2}S_n^2 + \left(\pm\frac{b}{4\,8s^2} - \frac{A^2}{8\,Q^2}\right)S_n^4 + \right.$$
$$\left. + \left(\frac{A^3}{16\,Q^4} \mp \frac{A^2\,b}{4\,8s^2\,Q^2}\right)S_n^6\right\} \ldots\ldots (o)$$

in welcher man hat $A = (\gamma + \pi)$ und

$$b = \Omega - \pi\,(8s - X)$$

264. Die dem Scheitel n korrespondirende Kettenlänge ist:

$$S_n = \left(n - \frac{1}{2}\right)l. \ldots\ldots (p)$$

265. Die Abscissen erhält man mittelst der Formel (230):

$$H_n = S_n - \frac{1}{Q^2}\left\{\frac{A^2}{6}S_n^3 - \left(\frac{3\,A^4}{40\,Q^2} \mp \frac{A\,b}{8\,8s^2}\right)S_n^5 + \right.$$
$$\left. + \left(\frac{5\,A^6}{112\,Q^4} \mp \frac{3\,A^4\,b}{14\,Q^2\,8s^2} + \frac{b^2}{14\,8s^4}\right)S_n^7\right\} \ldots\ldots (q)$$

266. Den horizontalen Komponenten Q kann man ableiten aus der Gleichung (224) oder (o), in welcher man für V_n und S_n ihre Grenzwerthe V_N und S_N setzt; diese Gleichung ist dann, indem man im Verhältniß zu S_N anordnet:

$$V_N = \frac{1}{Q}\left\{\pm\frac{b}{4}S_N + \frac{A}{2}S_N^2 \mp \frac{A^2\,b}{1\,Q^2}S_N^3 - \frac{A^3}{8\,Q^2}S_N^4 + \right.$$
$$\left. + \frac{A^2}{16\,Q^4}S_N^6\right\} \ldots\ldots (r)$$

Diese Gleichung läßt sich in Bezug auf Q durch die Methode der successiven Approximazionen auflösen; im Allgemeinen genügt es aber, den horizontalen Komponenten der Kettenlinien anzunehmen, den man in die Parenthese des zweiten Gliedes an die Stelle von Q einführt; man erhält dann eine Gleichung von der Form:

$$V_N = \frac{1}{Q}M$$

aus welcher man den definitiven Werth von Q ableitet.

267. Spannung irgend eines Elements des Polygons. — Wenn man Q kennt, so kann man die Spannung irgend eines Elements der Kette zwischen den Scheiteln n und n + 1 vermittelst der Formel (233) leicht berechnen:

$$t_n = \sqrt{Q^2 + \Pi_n^2}. \ldots\ldots (s)$$

268. Die Tangente des Winkels α_n ist nach der Formel (234)

$$\text{tang. } \alpha_n = \frac{H_n}{Q} \ldots\ldots (t)$$

Auf graphischem Wege kann man die verschiedenen Elemente des Polygons durch ähnliche Bestimmungen als die sind, die wir in den §§. 150. 153. 164. und 165 entwickelten, ermitteln.

269. Anwendungen. — Um die verschiedenen Formeln anzuwenden, nehmen wir ein Polygon an, dessen Seiten denen des Polygons der Kettenlinie beinahe gleich sind, l = 1m236 und deren von den Ketten getragenes Totalgewicht wie in den vorhergehenden Fällen ist

$$\Pi_N = 211767^{kil}594.$$

Zerlegen wir zuvörderst dieses Gewicht in seine drei Gruppen:

Dritte Gruppe. Aus der angehängten Note Nr. 2 wissen wir, daß der Ausdruck der Summe der

Digitized by Google

Längen der Hängestangen in dem Falle der Polygone mit gleichen Gliedern derselbe ist als in dem Fall der auf der Horizontalen gleich weit entfernten Stangen; da diese Stangen übrigens beinahe dieselben Lasten in beiden Fällen tragen, so nehmen wir dasselbe Gewicht pro laufenden Meter an; wir haben dann immer

$$\Omega = 2315^{Pfd}135.$$

Erste Gruppe.

1. Nehmen wir als Totalgewicht der Ketten an . . . . . $\Gamma_N = 53325^{Pfd}000$
2. Als Gewicht des Theils der Stangen zwischen den horizontalen Tangenten, $D \times N \times 5^{Pfd} = 1{,}50 \times \times 81 \times 5^{Pfd}$ . . . . . $607^{Pfd}500$
3. für eine Brücke von 4°20 Breite, Balken $0{\cdot}30 \times 0{,}16 \times 6^{m} \times 81 =$ $23328^{Pfd}000$
4. für die übrigen Gewichte dieser Gruppe, d. h. für die Befestigungsglieder mit den Ketten und den Balken, so wie für anderes Eisenwerk u. s. w. 10 Kilog. pro Stangenpaar: 10 Kilog. $\times 81$ . . . $810^{Pfd}000$

Totalgewicht der ersten Gruppe . . . . $78070^{Pfd}500$

Man erhält alsdann:

$$\gamma = \frac{78070^{Pfd}500}{N1} = 779^{Pfd}858.$$

Zweite Gruppe. — Das Totalgewicht der zweiten Gruppe erhält man, wenn man von dem Totalgewicht des Apparats die Summe der Gewichte der ersten und dritten Gruppe abzieht. $\Omega + \gamma N1 = 80385^{Pfd}635$. Wir erhalten alsdann für diese zweite Gruppe:

$$211767^{Pfd}594 - 80385^{Pfd}635 = 131381^{Pfd}959.$$

Wollen wir nun das Gewicht τ pro laufenden Meter der Horizontale der zweiten Gruppe entwickeln, so hat man 131381,959 durch die Länge über der Horizontalen der Brückenbahn, die von den Ketten getragen wird, zu dividiren. Diese Länge ist $H_N +$ der halben Entfernung der letzten Hängestange bis zum Widerlager; diese halbe Entfernung ist geringer als die konstante Entfernung der Hängestangen im Falle der gleich weit entfernten Stangen, d. h. geringer als $\frac{1{,}815}{2}$; nehmen wir sie gleich 0°59 an, so erhalten wir

$$\tau = \frac{131381^{Pfd}959}{97{,}80 + 0{,}59} = 1335^{Pfd}3182.$$

In den gewöhnlichen Fällen der Praxis berechnet man direkt die Gewichte der beiden eben besprochenen Gruppen ohne auf die vorstehenden Untersuchungen Rücksicht zu nehmen, die uns hier eben nothwendig waren, um die ermittelten Resultate mit denen zu vergleichen, die wir in den vorhergehenden Fällen gewonnen haben.

Die Gegebenen des Problems sind also:

$V_N = 15^{m}84$ Ordinate des letzten Scheitels N;

$X = H_N = 97^{m}80$ Abscisse des letzten Scheitels N;

$N = 81$ Nummer des letzten Scheitels oder ganze Anzahl der Hängestangen;

$D = 1^{m}50$ Abstand zwischen den horizontalen Tangenten;

$f_N = 1^{m}10$ Pfeil der Brückenbahn, der dem Scheitel N korrespondirt;

$\frac{V_N}{H_N} = 0{,}162$;

$\Gamma_N = 211767^{Pfd}594$ Totalgewicht des zu tragenden Systems;

$\Omega = 2315^{Pfd}135$ Gewicht der Stangen außerhalb der horizontalen Tangenten (dritte Gruppe);

$\gamma = 779^{Pfd}858$ Gewicht pr. laufenden Meter der Ketten von dem ganzen Gewicht der ersten Gruppe;

$\tau = 1335^{Pfd}3182$ Gewicht pro laufenden Meter über der Horizontalen von dem ganzen Gewichte der zweiten Gruppe;

$l = 1^{m}236$ konstante Länge der Seiten des Polygons.

270. Um die Ordinaten und die Abscissen des Polygons zu berechnen, muß man die Koefficienten A und b kennen; wir haben zuvörderst

$$b = \Omega - \tau (S_N - X);$$

und Formel (p)

$$S_N = \left(N - \frac{1}{2}\right) l = 80{,}5 \times 1^{m}236 = 99^{m}498$$

folglich $b = 2315 - 2267^{Pfd}37 = 47{,}765$, und

$$B l^2 = \frac{b}{N^2} = \frac{47{,}765}{531441} = 0{,}0000898764$$

$$A l = 2115{,}1762 \times 1{,}236 = 2614{,}355783.$$

271. Die Formel (r) liefert uns die Mittel, den Werth des horizontalen Komponenten zu berechnen, zu welchem Zweck wir den Werth des horizontalen Komponenten der Kettenlinie 644382,3 oder einfacher 644400 in der Parantheſe an die Stelle von Q setzen; ferner machen wir $V_N = 15{,}84$; $S_N = 99{,}498$; $A = 2115{,}1762$; $b = 47{,}765$. Unter der Beobachtung, daß b positiv ist, und daß man folglich das obere Zeichen nehmen muß, wenn einem Gliede ein doppeltes Zeichen $\pm$ oder $\mp$ vorhergeht, erhalten wir:

Digitized by Google

$$15{,}84 = \frac{1}{Q}\left[1188{,}1305 + 10469'964{,}8 - 126{,}73 - 279187{,}77 + 14889{,}407\right]$$
$$= \frac{1}{Q} \times 10206727{,}8375,$$

woraus

$$Q = \frac{10206727{,}8375}{15{,}84} = 644364^{\text{Kil.}}$$

Dieser Werth von Q ist für die gewöhnlichen Fälle der Praxis hinreichend genau. Verlangt man einen genaueren Werth, so substituiren wir diesen ersten Werth in die Parantheſe der Gleichung (r), wodurch wir eine neue Gleichung von der Form $V_N = \frac{1}{Q} M$ erhalten, woraus wir den Werth von Q ziehen. Diese zweite Berechnung erfordert wenig Zeit, denn die Logarithmen der verſchiedenen Größen in Parantheſe ſind ſchon durch die erſte Operazion gefunden worden. Vollziehen wir dieſe zweite Operazion, ſo finden wir

$$Q = 644362 \text{ Kilogr.}$$

Da dieſer horizontale Komponent kleiner iſt als der der Kettenlinie, ſo iſt die Kurve der Ketten hohler als die Kettenlinie an den Widerlagern.

272. Wenn wir Q kennen, ſo können wir die Ordinaten des Polygons durch die Gleichung (o) finden. Setzen wir in derſelben $Q = 644362$; $n = 30$; $A = 2115{,}1762$; $b = 47{,}765$; $S_N = 99{,}498$; $S_n = 29{,}5 \times 1{,}236 = 36{,}462$, ſo erhalten wir für die Ordinate des dreißigſten Scheitels:

$$V_{30} = 2{,}1820645 - 0{,}00778163 + 0{,}0000555 = 2^m17434.$$

Dieſe Ordinate überſteigt um etwas die korreſpondirende Ordinate des Polygons der Kettenlinie; die Differenz iſt:

$$2^m17434 - 2^m17410 = 0^m00024.$$

Um alle Ordinaten des Polygons zu erhalten, löſt man die Gleichung (o) durch den graphiſchen Kalkül auf, von dem wir bei Gelegenheit der Ordinaten des wirklichen Gleichgewichtspolygons unter dem Falle gleichweiter Hängeſtangen ſprachen. Man ſubſtituirt zuvörderſt an die Stelle von S_N in der Formel (o) ſeinen Werth $\left(n - \frac{1}{2}\right)$ 1; dann erhält man eine Gleichung von der Form:

$$V_n = R\left(n - \frac{1}{2}\right)^2 + M\left(n - \frac{1}{2}\right)^4 + T\left(n - \frac{1}{2}\right)^6$$

in welcher die Werthe von $\left(n - \frac{1}{2}\right)$ nach den verſchiedenen Potenzen in der Tabelle Nr. 2 angegeben ſind, und welche man durch den in Rede ſtehenden graphiſchen Kalkül leicht auflöſt.

273. Die Abſciſſe des dreißigſten Scheitels wird durch die Formel (q) gefunden, in welcher man an die Stelle von S_n, S_N, Q, A und b die vorhergehenden Werthe ſubſtituirt; man erhält dann:

$$H_{30} = 36^m375496.$$

Um alle die Abſciſſen des Polygons zu berechnen, wendet man das graphiſche Verfahren an, das wir in Betreff der Ordinaten angedeutet haben.

274. Die Spannung des letzten Elementes des Polygons muß ſchwächer ſein als die der Kettenlinie. Die Formel (s) gibt in der That

$$t_N = 677678^{\text{Kil.}}6.$$

275. Die Tangente des Winkels dieſes letzten Elementes mit der Horizontalen iſt nach Formel (t):

$$\text{tang. } \alpha_N + \frac{211767^{\text{Kil.}}591}{644362} = 0{,}3286468.$$

Der korreſpondirende Winkel iſt

$$\alpha_N = 18^\circ 11' 34''6.$$

Er iſt etwas größer als der durch das letzte Element der Kettenlinie mit der Horizontalen gebildete Winkel.

III. Praktiſche Beſtimmung der Polygone im Gleichgewicht unter der Wirkung von beliebigen Gewichten, welche auf beliebige Art auf ihre Scheitel vertheilt ſind.

Erſter Fall. Wenn die horizontalen Projekzionen der Polygonſeiten unter ſich gleich ſind. — 276. In den §§. 38 ꝛc. haben wir die Formeln beſtimmt, welche zu den nachſtehenden Unterſuchungen geeignet ſind. Wenn die Belaſtungen einem gewiſſen mathematiſchen Geſetze folgen, ſo werden dieſe Formeln viel einfacher und auch ihre Anwendung wird leichter; wenn aber die Vertheilung des Gewichtes nicht ganz genau iſt, ſo müſſen die Formeln der §§. 38 bis 51 aufgelöſt werden, indem man jedes Glied beſonders berechnet und ſie dann zuſammenſetzt. Wir geben hier den Gang an, der uns als der ſicherſte und einfachſte erſcheint, um arithmetiſch die Formeln aufzulöſen, welche die uns beſchäftigenden Probleme betreffen.

Die Formel (9), welche den Ausdruck der Ordinate eines Polygons im Gleichgewicht unter der Wirkung von gegebenen Gewichten p_1, p_2, p_3 u. ſ. w. gibt,

Digitized by Google

wenn h konstant ist:

$$V_n = \frac{h}{Q}(P_1 + P_2 + P_3 + \ldots\ldots\ldots + P_{n-1}) \quad \text{(a)}$$

Hier beschränkt nichts die Werthe des Gewichtes P_n als die in §. 38 (Formel 6) aufgestellten Relazionen zwischen den parziellen Gewichten p_1, p_2, p_3 u. s. w., womit die Polygonscheitel belastet sind. Diese Relazionen sind:

$$P_1 = p_1$$
$$P_2 = p_1 + p_2$$
$$P_3 = p_1 + p_2 + p_3$$
$$\vdots$$
$$P_n = p_1 + p_2 + p_3 + \ldots\ldots\ldots + p_n$$

Wenn wir also in der ersten Kolumne der untenstehenden Tabelle die Gewichte p_1, p_2, p_3 ꝛc. untereinandersetzen, so ist es leicht, durch successive Summirung verschiedener parziellen Gewichte die Gewichte P_1, P_2, P_3 u. s. w. der zweiten Kolumne derselben Tabelle zusammenzusetzen.

Parzielle Gewichte, womit die Polygonscheitel belastet sind, od. Werthe von p_n	Summe der parziellen Gewichte oder Werthe von $P_n = \Sigma^n p_n$	Werthe von $\Sigma^{n-1} P_n = \Sigma^{n-1}\Sigma^{n-1} p_n$	Werthe der Ordinaten der Polygonscheitel $\frac{h}{Q}\Sigma^{n-1} P_n = V_n$
p_1	P_1	P_1	V_1
p_2	P_2	$P_1 + P_2$	V_2
p_3	P_3	$P_1 + P_2 + P_3$	V_3
p_4	P_4	$P_1 + P_2 + P_3 + P_4$	V_4
⋮	⋮	⋮	⋮
p_{n-1}	P_{n-1}	$P_1 + P_2 + P_3 + \ldots\ldots P_{n-1}$	V_{n-1}

Jeder Werth von P_n wird demnach dargestellt durch

$$P_n = \Sigma^n p_n \quad \text{(b)}$$

indem man durch $\Sigma^n p_n$ die Summen der Gewichte ausdrückt, womit das Polygon von dem tiefsten Scheitel an bis einschließlich zum Scheitel n belastet ist. In dem zweiten Gliede der Gleichung (a) aber ist der Faktor in der Parenthese die Summe der Gewichte P_n, so daß man erhält:

$$(P_1 + P_2 + P_3 + \ldots\ldots\ldots + P_{n-1}) = \Sigma^{n-1} P_n = \Sigma^{n-1}\Sigma^{n-1} p_n \quad \text{(c)}$$

d. h. dieser Faktor ist gleich der Summe von der Summe der Gewichte, womit die Scheitel des Polygons von dem untersten an bis zu dem Scheitel n einschließlich belastet sind.

Diese Summen (c), welche aus der successiven Summirung der in der zweiten Kolumne stehenden Zahlen entstehen, bilden die dritte Kolumne der in Rede stehenden Tabelle.

Um die Ordinaten der Polygonscheitel zu erhalten, braucht man nur alle diese Zahlen durch das Verhältniß $\frac{h}{Q}$ der konstanten horizontalen Projekzion h der Seiten des Polygons mit dem horizontalen Komponenten Q der Spannungen zu multiplicieren. Der Werth des horizontalen Komponenten Q ist gegeben durch die Gleichung

$$Q = \frac{h}{V_N}\Sigma^{n-1} P_N \quad \text{(d)}$$

in welcher h die beständige horizontale Projekzion der Polygonseiten; V_N der Werth des Pfeils, den man dem Polygon geben will; $\Sigma^{n-1} P_N$ die aus der dritten Kolumne der vorstehenden Tabelle abgeleitete Summe.

Vermittelst dieser Werthe von Q und h kann man mit den Zahlen der dritten Kolumne den Werth der Ordinaten bestimmen, welche in der vierten Kolumne enthalten und welche sind:

$$V_n = \frac{h}{Q}\Sigma^{n-1} P_n = \frac{h}{Q}\Sigma^{n-1}\Sigma^{n-1} p_n \quad \text{(e)}$$

278. Bei den vorstehenden Berechnungen haben wir keine Rücksicht genommen auf die Vertheilung des Gewichtes der Hängestangen und Hängeketten. Wenn diese neuen Kräfte nicht mehr vernachlässiget werden konnten, da sie zu bedeutende Modifikazionen in der Form des Polygons hervorbringen müssen, so mußte man, nachdem die Längen der Polygonseiten, wie auch die Ordinaten der Scheitel desselben Polygons approximativ durch weiter oben angegebene graphische Methoden bestimmt worden, die Gewichte dieser Stangen und der verschiedenen Theile dieser Kette in die Gewichte p_1, p_2, p_3 u. s. w. der ersten Kolumne der Tabelle einführen und für den Rest des Kalküls nach der obigen Weise verfahren.

Wenn die Berechnungen zu große Länge in Bezug auf die Wichtigkeit des Baues ergeben sollten, so kann man die in §. 113 beschriebenen und in Fig. 51 ver-

Digitized by Google

zeichneten graphischen Methoden anwenden, indem man auf die Senkrechte BC die wirklichen Werthe von $P_1 P_2 P_3$ u. s. w., wie sie in der zweiten Kolumne der Tabelle eingezeichnet sind, aufträgt.

279. Länge der Kette. — Wollte man die erwähnten graphischen Methoden zur Bestimmung der Länge der Kette nicht anwenden, so muß man die Formel (22) auflösen, indem man sich der Werthe von P_n bedient, die in der zweiten Kolumne der vorstehenden Tabelle eingezeichnet sind. Dann hätte man so viel mal als Seiten sind, weniger eins, den Ausdruck $\sqrt{1 + \frac{P_n^2}{Q^2}}$ zu berechnen. Die Summe dieser Ausdrücke, vermehrt um die Hälfte des horizontalen Elements, gibt die Länge der Kette.

280. Spannung einer Polygonseite. — Sie wird bestimmt durch den Ausdruck (24)

$$t_n = \sqrt{Q^2 + P^2} \quad \ldots\ldots (f)$$

281. Die Tangente des Winkels, den die Seite zwischen dem n^{ten} und dem $(n+1)^{ten}$ Scheitel mit der Horizontalen bildet, wird gegeben durch die Relazion (26)

$$\text{tang } \alpha_n = \frac{P_n}{Q} \quad \ldots\ldots (g)$$

Zweiter Fall, wenn die Kettenglieder gleich sind. — 282. Für diesen Fall könnte die Auflösung der Formeln (13) (14) oder (15) mit Hilfe von Tabellen, die den vorstehenden ähnlich sind, wegen der Länge der dazu erforderlichen Berechnungen, nicht auf einfache Art bewirkt werden, weßhalb wir sie hier mitzutheilen unterlassen haben.

Es wären für diesen Fall die in §. 53 bis 66 beschriebenen graphischen Methoden in Ausführung zu bringen. —

Tabelle Nr. 1

für Hängebrücken mit parabolischen Hängeketten, welche mittelst berechneter Koefficienten angibt:

1. Die Tangente des Winkels, die das letzte Element der Hängekette mit der Horizontalen bildet, als Funkzion des Verhältnisses des Pfeils zur halben Sehne.

2. Die Länge der parabolischen Hängekette als Funkzion derselben halben Sehne.

3. Die Spannung des letzten Elements der Hängekette (an den Widerlagern) als Funkzion des Totalgewichts der Brücke und ihrer Belastung.

4. Die horizontalen Komponenten der Spannungen als Funkzion der Totalbelastung der Brücke.

5. Den Pfeil eines Bogens der Kettenlinie von gleicher Länge als die des parabolischen Bogens.

Nr.	$\frac{V_n}{H_n}$	tang α_n	H_n	L'	P_n	t'	Q'	$\Delta = \frac{1}{15}\frac{f^2}{h^2} - 0{,}143\frac{f^4}{h^4}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,200	0,400	1	1,026667	1	2,6925	2,5000	0,00243787
2	0,198	0,396	1	1,026436	1	2,7161	2,5252	0,00239382
3	0,196	0,392	1	1,026211	1	2,7400	2,5512	0,00235002
4	0,194	0,388	1	1,025991	1	2,7645	2,5773	0,00230652
5	0,192	0,384	1	1,024776	1	2,7895	2,6041	0,00226327
6	0,190	0,380	1	1,024067	1	2,8150	2,6316	0,00222171
7	0,188	0,376	1	1,023563	1	2,8348	2,6596	0,00217764
8	0,186	0,372	1	1,023064	1	2,8648	2,6881	0,00213520
9	0,184	0,368	1	1,022571	1	2,8922	2,7174	0,00209312
10	0,182	0,364	1	1,022083	1	2,9234	2,7421	0,00205136
11	0,180	0,360	1	1,021600	1	2,9522	2,7777	0,00200988
12	0,178	0,356	1	1,021123	1	2,9816	2,8090	0,00196872
13	0,176	0,352	1	1,020651	1	3,0118	2,8409	0,00192786

Digitized by Google

Nr.	$\frac{V_N}{H_N}$	tang α_N	H_N	L'	P_N	t'	Q'	$\Delta = \frac{1}{15}\frac{f^4}{h^3} - 0{,}143\frac{f^6}{h^4}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	0,174	0,348	1	1,020184	1	3.0426	2,8736	0,00188732
15	0,172	0,344	1	1.019723	1	3,0741	2,9069	0,00184711
16	0,170	0,340	1	1,019267	1	3,1064	2,9411	0,00180723
17	0,168	0,336	1	1,018816	1	3,1397	2,9762	0,00176769
18	0,166	0,332	1	1,018371	1	3,1737	3,0121	0,00172849
19	0,164	0,328	1	1,017931	1	3.2080	3,0487	0,00168962
20	0,162	0,324	1	1,017496	1	3,2444	3,0864	0,00165110
21	0,160	0,320	1	1,017067	1	3,2811	3,1250	0,00161295
22	0,158	0,316	1	1,016643	1	3,3184	3,1645	0,00157515
23	0,156	0,312	1	1,016224	1	3,3574	3.2051	0,00153771
24	0,154	0.308	1	1,015811	1	3.3973	3,2467	0,00150064
25	0,152	0,304	1	1,015403	1	3,4381	3,2895	0,00146394
26	0,150	0,300	1	1,015000	1	3,4801	3,3333	0,00142761
27	0,148	0,296	1	1,014603	1	3,5232	3,3784	0,00139169
28	0,146	0,292	1	1,014211	1	3,5677	3,4247	0,00135609
29	0,144	0,288	1	1,013824	1	3,6216	3,4722	0,00132091
30	0,142	0,284	1	1,013443	1	3.6593	3,5211	0,00127613
31	0,140	0,280	1	1,013067	1	3,7088	3,5714	0,00125174
32	0,138	0,276	1	1,012696	1	3,7588	3,6232	0,00121774
33	0,136	0,272	1	1,012331	1	3,8102	3,6764	0,00118415
34	0,134	0,268	1	1,011971	1	3,8442	3,7313	0,00115099
35	0,132	0,264	1	1,011616	1	3,9177	3,7879	0,00111818
36	0,130	0,260	1	1,011267	1	3,9740	3,8461	0,00108581
37	0,128	0,256	1	1,010923	1	4,0321	3,9062	0,00102901
38	0,126	0,252	1	1,010584	1	4,0923	3,9682	0,00102236
39	0,124	0,248	1	1,010251	1	4,1545	4.0322	0,00099129
40	0,122	0,244	1	1.009923	1	4,2185	4,0983	0,00096059
41	0,120	0,240	1	1,009600	1	4,2850	4,1667	0,00093035
42	0,118	0,236	1	1,009283	1	4,3537	4,2373	0,00090058
43	0,116	0,232	1	1,008971	1	4,4248	4,3103	0,00087121
44	0,114	0,228	1	1,008664	1	4,4986	4,3856	0,00084225
45	0,112	0,224	1	1,008363	1	4,5749	4,4643	0,00081377
46	0,110	0,220	1	1,008067	1	4,6542	4,5454	0,00078573
47	0,108	0,216	1	1,007760	1	4,7365	4.6296	0,00075815
48	0,106	0 212	1	1,007491	1	4,8217	4,7167	0,00073104
49	0,104	0,208	1	1.007211	1	4,9107	4,8077	0,00070434
50	0,102	0,204	1	1,006936	1	5,0029	4,9019	0,00067812
51	0,100	0,200	1	1 006667	1	5,0990	5,0000	0,00065237

1. Die ganze Länge der parabolischen Hängekette hat nach Formel (59) folgenden Ausdruck:

$$L_N = H_N\left[1 + \frac{2}{3}\left(\frac{V_N}{H_N}\right)^2\right] \ldots . \quad (a)$$

Die Tabelle enthält alle Werthe von $\left[1+\frac{2}{3}\left(\frac{V_N}{H_N}\right)^2\right]$, welche den Werthen des Verhältnisses $\frac{V_N}{H_N}$ korrespondiren, die sich in der zweiten Kolumne befinden. Kennt man daher das Verhältniß $\frac{V_N}{H_N}$ und man will die Länge der parabolischen Hängekette ermitteln, so multiplicirt man die Zahl der fünften Kolumne, die sich auf derselben horizontalen Linie als dieses Verhältniß befindet, mit dem Werth von H_N.

V_N den Pfeil der Hängeketten, der dem letzten Scheitel N korrespondirt.

H_N die Abscisse dieses letzten Scheitels N.

Digitized by Google

2. N die Nummer des letzten Polygonscheitels;
V_N die Ordinate } dieses letzten Scheitels;
H_N die Abscisse }
h die konstante Entfernung zweier aufeinander folgenden Hängestangen;
π das Gewicht der Brücke und ihrer Belastung pro laufenden Meter der Horizontalen.

Der horizontale Komponent Q hat (Formel 42) folgenden Ausdruck:

$$Q = \frac{\pi h^2}{2 V_N}(N^2 - N) = \pi h N \frac{h(N-1)}{2 V_N} = P_N \frac{h(N-1)}{2 V_N} \quad (b)$$

Die achte Kolumne der Tabelle enthält die verschiedenen Werthe von $\frac{1}{2}\frac{H_N}{V_N}$, welche wesentlich gleich sind $\frac{h(N-1)}{2 V_N}$ und den Werthen des Verhältnisses von $\frac{V_N}{H_N}$ korrespondiren, die in der zweiten Kolumne enthalten sind. Wenn man Q haben will und man kennt $\frac{V_N}{H_N}$, so genügt es nach der Formel (b) die Zahl der achten Kolumne der Tabelle Nr. 1, welche dem Verhältnisse von $\frac{V_N}{H_N}$ korrespondirt, mit dem Werth $P_N = \pi h N$ des bekannten Gewichtes der Brücke und ihrer Belastung zu multipliciren.

3. Die Spannung des letzten Elementes der paraboliſchen Hängekette iſt (Formel 65)

$$t_N = P_N \sqrt{\left(\frac{N h - h}{2 V_N}\right)^2 + 1} = P_N t' \quad \ldots \quad (c)$$

Die verſchiedenen Werthe von t' in der ſiebenten Kolumne der Tabelle erhielt man durch Berechnung der Werthe von $\sqrt{\left(\frac{H_N}{2 V_N}\right)^2 + 1}$, die den Werthen von $\frac{V_N}{H_N}$ korreſpondiren, welche in der zweiten Kolumne der Tabelle enthalten ſind. Dieſe Werthe von t' ſind merklich dieſelben als die der Wurzel des Ausdruckes (c). Will man nun die Spannung des letzten Elementes der Hängekette erhalten, wovon das Verhältniß $\frac{V_N}{H_N}$, des Pfeils zur halben Sehne, bekannt iſt, ſo multiplicirt man die dieſem Verhältniß entſprechende Zahl der ſiebenten Kolumne mit dem bekannten Gewicht P_N der Brücke und ihrer Belaſtung.

4. Die Tangente des Winkels, den das letzte Element der paraboliſchen Hängekette mit der Horizontalen bildet, iſt gleich dem doppelten Verhältniß des Pfeiles zur halben Sehne, ſo daß man, um die Zahlen der Kolumne 3 zu erhalten, die der zweiten Kolumne verdoppelt.

5. Die Kettenlinie von gleicher Bogenlänge und Oeffnung als die Parabel hat einen geringeren Pfeil als dieſe letztere.

Bezeichnet man mit
V_N und H_N ſtets den Pfeil und die halbe Sehne der Parabel, wenn wir nennen
Y den Pfeil der Kettenlinie von gleicher Bogenlänge und Oeffnung H_N als die Parabel und
Δ den Bruch von V_N, welcher ausdrückt, um wie viel länger der Pfeil der Parabel als der der Kettenlinie iſt, ſo erhalten wir, Formel (170),

$$Y = V_N - \Delta V_N. \quad \ldots \quad (d)$$

In dieſer Formel hat man (177)

$$\Delta = \frac{1}{15}\frac{V_N^2}{H_N^2} - 0{,}143\,\frac{V_N^4}{H_N^4}. \quad \ldots \quad (e)$$

Die neunte Kolumne enthält alle Werthe von Δ, die den verſchiedenen Werthen von $\frac{V_N}{H_N}$ korreſpondiren, welche in der zweiten Kolumne enthalten ſind.

Um den Pfeil der Kettenlinie von gleicher Oeffnung und Bogenlänge als die Parabel zu erhalten, von der man das Verhältniß $\frac{V_N}{H_N}$, des Pfeils zur halben Sehne kennt, multiplicirt man die Zahl der neunten Kolumne, die ſich auf derſelben horizontalen Linie als dieſes Verhältniß $\frac{V_N}{H_N}$ befindet, mit dem Pfeil V_N der Parabel und zieht dieſes Produkt von dem Pfeil V_N ab.

Die in Rede ſtehende Tabelle iſt ſehr leicht in Anwendung zu bringen und gewährt für die Bearbeitung der Bauentwürfe hinreichende Genauigkeit. Wenn in der Praxis ein Verhältniß $\frac{V_N}{H_N}$ vorkommt, das ſich in der Tabelle nicht findet, ſo leitet man die Werthe von L', t', Q' und Δ, welche dieſem Verhältniß entſprechen müſſen, vermittelſt einer Proporzion ab.

Digitized by Google

Fig. 1.

Fig. 3.

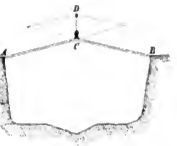


Fig. 20.

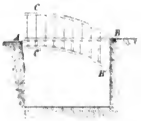


Fig. 23

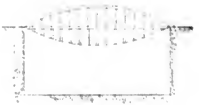


Fig. 2.

Fig 4.

ig. 21.

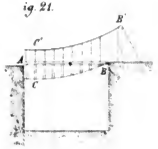


Fig. 24

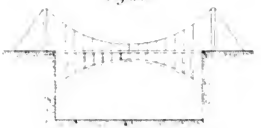


Fig. 9.

Fig. 13.

Fig. 25.

Fig. 14.

ig. 16.

Fig. 26.

Digitized by Google

Fig. 27.

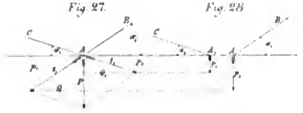


Fig. 28

Fig. 29.

Fig. 33.

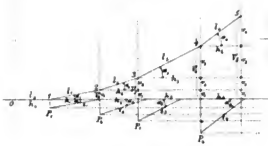


Fig. 30.

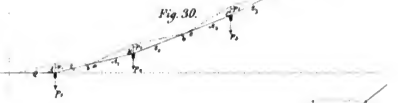


Fig. 31.

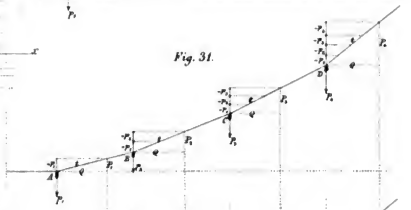


Fig. 34.

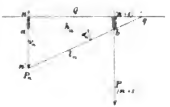


Fig. 32.

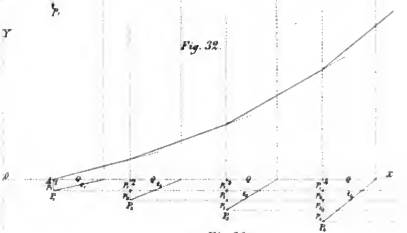


Fig. 35.

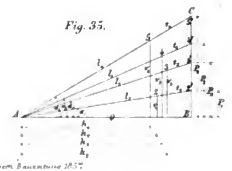
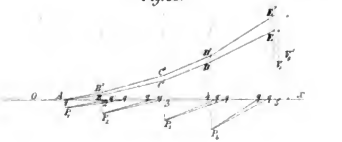


Fig. 36.



Digitized by Google

Fig. 37.

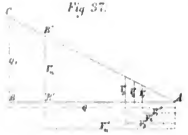


Fig. 39.

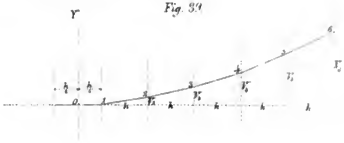


Fig. 40.

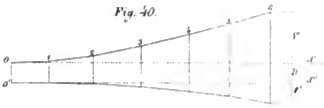


Fig. 38.

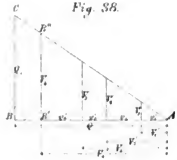


Fig. 42.

Fig. 41.

Fig. 46.

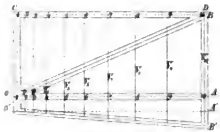


Fig. 47.

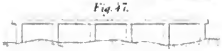


Fig. 44.

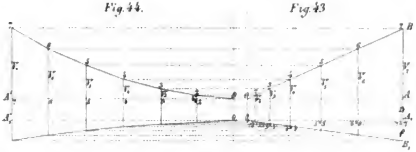


Fig. 43.

Fig. 48.

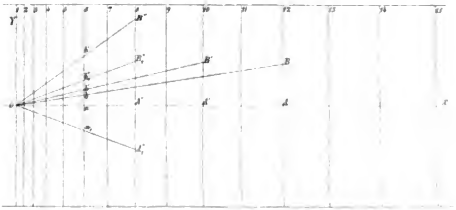
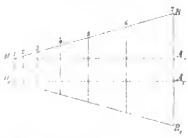


Fig. 45.



Digitized by Google

Fig. 49.

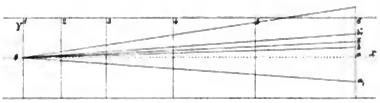


Fig. 51.

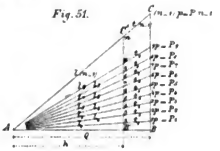


Fig. 50.

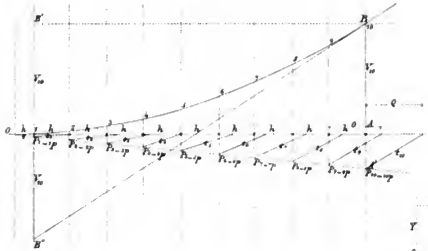


Fig. 52.

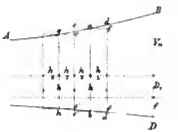


Fig. 53.

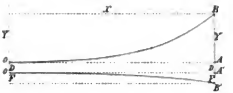


Fig. 56.

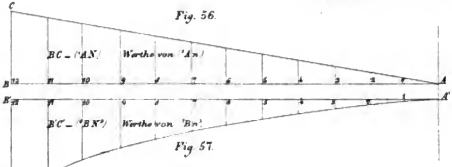


Fig. 57.

Fig. 54.

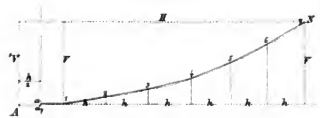
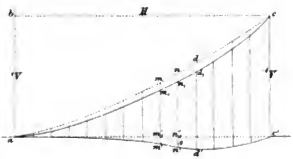
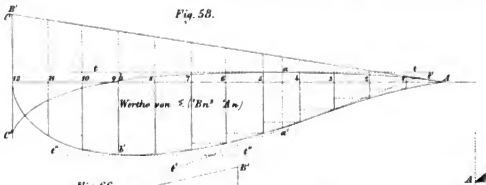


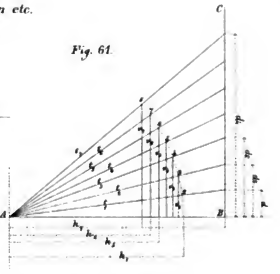
Fig. 55

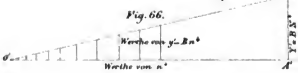


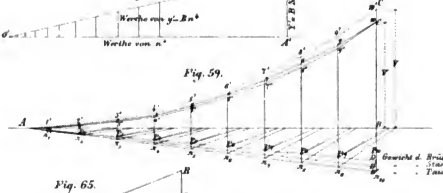
Digitized by Google

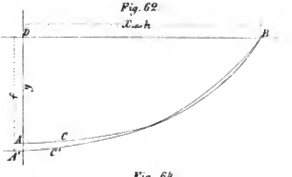
Digitized by Google

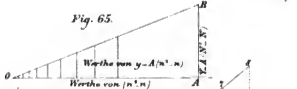


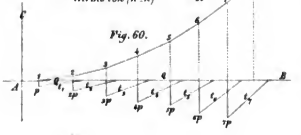


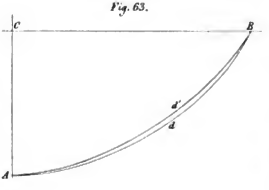












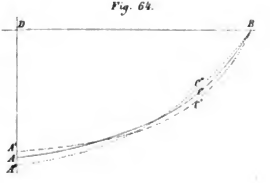


Tabelle Nr. 2.

Einige Potenzen der Zahlen von 0 bis 100.

N	N^2	N^2-N	$\left(N-\frac{1}{2}\right)^2$	N^3	N^4	N^5	N^6
1	1	0	0,125	1	1	1	1
2	4	2	3,375	8	16	32	64
3	9	6	15,625	27	81	243	729
4	16	12	42,875	64	256	1024	4096
5	25	20	91,125	125	625	3125	15625
6	36	30	166,375	216	1296	7776	46656
7	49	42	274,625	343	2401	16807	117649
8	64	56	421,875	512	4096	32768	262144
9	81	72	614,125	729	6561	59049	531441
10	100	90	857,375	1000	10000	100000	1000000
11	121	110	1157,625	1331	14641	161051	1771561
12	144	132	1520,875	1728	20736	248832	2985984
13	169	156	1953,125	2197	28561	371293	4826809
14	196	182	2460,375	2744	38416	537824	7529536
15	225	210	3048,625	3375	50625	759375	11390625
16	256	240	3723,875	4096	65536	1048576	16777216
17	289	272	4492,125	4913	83521	1419857	24137569
18	321	306	5359,375	5832	104976	1889568	34012224
19	361	342	6331,625	6859	130321	2476099	47045881
20	400	380	7414,875	8000	160000	3200000	64000000
21	441	420	8615,125	9261	194481	4084101	85766121
22	484	462	9938,375	10648	234256	5153632	113379904
23	529	506	11390,625	12167	279841	6436343	148035889
24	576	552	12997,875	13824	331776	7962624	191102976
25	625	600	14706,125	15625	390625	9765625	244140625
26	676	650	16581,375	17576	456976	11881376	308915776
27	729	702	18609,625	19683	531441	14348907	387420489
28	784	756	20796,875	21952	614656	17210368	481890304
29	841	812	23149,125	24389	707281	20511149	594823321
30	900	870	25672,375	27000	810000	24300000	729000000
31	961	930	28372,625	29791	923521	28629151	887503681
32	1024	992	31255,875	32768	1048576	33554432	1073741824
33	1089	1056	34328,125	35937	1185921	39135393	1291467969
34	1156	1122	37595,375	39304	1336336	45435424	1544804416
35	1225	1190	41063,625	42875	1500625	52521875	1838265625
36	1296	1260	44738,875	46656	1679616	60466176	2176782336
37	1369	1332	48627,125	50653	1874161	69343957	2565726409
38	1444	1406	52734,375	54872	2085136	79235168	3010936384
39	1521	1482	57066,625	59319	2313441	90224199	3518743761
40	1600	1560	61629,875	64000	2560000	102400000	4096000000
41	1681	1640	66430,125	68921	2825761	115856201	4750104241
42	1764	1722	71473,375	74088	3111696	130691232	5489031744
43	1849	1806	76765,625	79507	3418801	147008443	6321363049
44	1936	1892	82312,875	85184	3748096	164916224	7256313856
45	2025	1980	88121,125	91125	4100625	184528125	8303765625
46	2116	2070	94196,375	97336	4477456	205962976	9474296896
47	2209	2162	100544,625	103823	4879681	229345007	10779215329
48	2304	2256	107171 875	110592	5308416	254803968	12230590464
49	2401	2352	114084,125	117649	5764801	282475249	13841287201
50	2500	2450	121287,375	125000	6250000	312500000	15625000000

Digitized by Google

N	N^2	N^2-N	$\left(N-\frac{1}{2}\right)^4$	N^3	N^5	N^7	N^9
51	2601	2550	128787,625	132651	6765201	345025251	17596287801
52	2704	2652	136590,875	140608	7311616	380204032	19770609664
53	2809	2756	144703,125	148877	7890481	418195493	22164361129
54	2916	2862	153130,375	157464	8503056	459165024	24794911296
55	3025	2970	161878,625	166375	9150625	503284375	27680640625
56	3136	3080	170953,875	175616	9834496	550731776	30840979456
57	3249	3192	180362,125	185193	10556001	601692057	34296447249
58	3364	3306	190109,375	195112	11316496	656356768	38068692544
59	3481	3422	200201,625	205379	12117361	714924299	42180533641
60	3600	3540	210644,875	216000	12960000	777600000	46656000000
61	3721	3660	221445,125	226981	13845841	844596301	51520374361
62	3844	3782	232608,375	238328	14776336	916132832	56800235584
63	3969	3906	244140,625	250047	15752961	992436543	62523502209
64	4096	4032	256047,875	262144	16777216	1073741824	68719476736
65	4225	4160	268336,125	274625	17850625	1160290625	75418890625
66	4356	4290	281011 375	287496	18974736	1252332576	82653950016
67	4489	4422	294079 625	300763	20151121	1350125107	90458382169
68	4624	4556	307546,875	314432	21381376	1453933568	98867482624
69	4761	4692	321419,125	328509	22667621	1564031349	107918163081
70	4900	4830	335702,375	343000	24010000	1680700000	117649000000
71	5041	4970	350402,625	357911	25411681	1804229351	128100283921
72	5184	5112	365525,875	373248	26873856	1934917632	139314069504
73	5329	5256	381078,128	389017	28398241	2073071593	151334226289
74	5476	5402	397065,375	405224	29986576	2219006624	164206490176
75	5625	5550	414493,625	421875	31640625	2373046875	177978515625
76	5776	5700	430368,875	438976	33362176	2535525376	192689928576
77	5929	5852	447697,125	456533	35153041	2706784157	208422380089
78	6084	6006	465484,375	474552	37015056	2887174368	225199600704
79	6241	6162	483736,625	493039	38950081	3077056399	243087455521
80	6400	6320	502459,875	512000	40960000	3276800000	262144000000
81	6561	6480	521660,125	531441	43046721	3486784401	282429536481
82	6724	6642	541343,375	551368	45212176	3707398432	304006671424
83	6889	6806	561515,625	571787	47458321	3939040643	326940373369
84	7056	6972	582182,875	592704	49787136	4182119424	351298031616
85	7225	7140	603351,125	614125	52200625	4437053125	377149515625
86	7396	7310	625026,375	636056	54700816	4704270176	404567235136
87	7569	7482	647214,625	658503	57289761	4984209207	433626201009
88	7744	7656	669921,875	681472	59969536	5277319168	464404086784
89	7921	7832	693154,125	704969	62742241	5584059449	496981290961
90	8100	8010	716917,375	729000	65610000	5904900000	531441000000
91	8281	8190	741217,629	753571	68574961	6240321451	567869252041
92	8464	8372	766060,875	778688	71639296	6590815232	606355001344
93	8649	8556	791453,125	804357	74805201	6956883693	646990183449
94	8836	8742	817400,375	830584	78074896	7339040224	689869781056
95	9025	8930	843908,625	857375	81450625	7737809375	735091890625
96	9216	9120	870983,875	884736	84934656	8153726976	782757789696
97	9409	8312	898632,125	912673	88529281	8587340257	832972004929
98	9604	9506	926859,375	941192	92236816	9039207968	885842380864
99	9801	9702	955671,625	970299	96059601	9509900499	941480149401
100	10000	9900	985074,875	1000000	100000000	10000000000	1000000000000

Bemerkung. Die obige Tabelle enthält keine Kolumne mit den Werthen von $\left(N-\frac{1}{2}\right)^5$; will man diese ermitteln, so fügt man zu den aufeinander folgenden Zahlen N^2-N eine Konstante von 0,25 hinzu.

Digitized by Google

Tabelle Nr. 3.

Enthaltend die Querschnittsflächen runder Eisen und ihrer Gewichte pro laufenden Meter für die Durchmesser von 1 bis 100 Millimeter.

Durchmesser in Millimet.	Flächen in Quadratmeter	Gewicht in Kilogr. pro laufend. Meter	Durchmesser in Millimet.	Flächen in Quadratmeter	Gewicht in Kilogr. pro laufend. Meter	Durchmesser in Millimet.	Flächen in Quadratmeter	Gewicht in Kilogr. pro laufend. Meter
	m	Kil.		m	Kil.		m	Kil.
1	0,00000078	0,006	26	0,00053002	4,124	52	0,00212371	16,532
2	0,00000314	0,024	27	0,00057255	4,448	54	0,00229021	17,828
3	0,00000707	0,054	28	0 00061575	4,784	56	0,00246309	19,178
4	0,00001257	0,098	29	0 00066052	5,136	58	0,00264208	20,568
5	0,00001963	0,152	30	0,00070685	5,504	60	0,00282743	22,024
6	0,00002827	0,220	31	0,00075476	5,872	62	0,00301907	23,504
7	0,00003848	0,300	32	0,00080424	6,248	64	0,00321699	25,048
8	0,00005026	0,390	33	0,00085529	6,668	66	0,00342118	26,636
9	0,00006361	0,496	34	0,00090792	7,060	68	0,00363168	28,272
10	0,00007854	0,612	35	0,00096211	7,488	70	0,00384845	29,968
11	0,00009503	0,732	36	0,00101787	7,920	72	0,00407150	31,704
12	0,00011309	0,868	37	0,00107521	8,364	74	0,00430084	33,492
13	0,00013273	1,020	38	0,00113411	8,820	76	0,00453645	35,332
14	0,00015393	1,188	39	0,00119459	9,300	78	0,00477836	37,212
15	0,00017371	1,368	40	0,00125663	9,788	80	0,00502654	39,160
16	0,00020106	1,556	41	0,00132025	10 276	82	0,00528101	41,128
17	0,00022698	1,756	42	0,00138544	10,776	84	0,00554177	43,164
18	0,00025446	1,968	43	0,00145220	11,300	86	0,00580880	45,240
19	0,00028352	2,200	44	0,00152052	11,836	88	0,00608211	47,368
20	0,00031415	2,444	45	0,00159043	12,384	90	0,00636172	49,566
21	0,00034636	2,688	46	0,00166190	12,936	92	0,00664761	51,776
22	0,00038013	2,944	47	0,00173494	13,504	94	0,00693978	54,052
23	0,00041547	3,204	48	0,00180955	14,080	96	0,00723823	56,369
24	0,00045238	3,512	49	0,00188574	14,680	98	0,00754296	58,737
25	0,00049087	3,816	50	0,00196349	15,292	100	0,00785397	61,159

Noten zur vorstehenden Abhandlung.

Nr 1. Ueber die Bestimmung des Gewichtes der Hängeketten als Funkzion der gegebenen Belastung.

Die Tragketten einer Hängebrücke sind nicht bloß der Wirkung der gegebenen Gewichte, sondern auch der ihres eigenen Gewichtes unterworfen. Dieses Gewicht hängt aber von dem Querschnitt der Tragkette, d. h. von ihrer Widerstandsfähigkeit ab, und diese selbst ist der Belastung untergeordnet, die die Kette zu tragen bestimmt ist.

Es bezeichnen:

t_x die Spannung der Hängekette, die ein Totalgewicht P_x mit Einschluß des Gewichtes der Kette selbst zu tragen hat;

t' den Spannungskoefficienten, so daß man hat $t' P_x = t_x$;

Γ_x das Gewicht der gesuchten Hängekette;

γ das Gewicht der Hängekette pro laufenden Meter;

L die Länge der Hängekette;

P' die Summe des Gewichtes der Brückenbahn und des Theils der Hängestangen zwischen den beiden horizontalen Tangenten, wovon die eine zur Krümmung der Ketten, die andere zur untern Krümmung der Brückenbahn gehört;

ω das Gewicht einer Eisenstange von 1m0 Länge, welche fähig ist nach dem für die Kette angenommenen Widerstandskoefficienten 1000 Kilogr. zu tragen;

Ω das Gewicht der Hängestangen außer den horizontalen Tangenten.

Man hat

$$t_x = t' (P' + \Gamma_x + \Omega) \ldots\ldots (\alpha)$$

und da das Gewicht der Kette gleich ist dem Gewicht

Digitized by Google

γ des laufenden Meters multiplicirt mit der Länge L dieser Kette, so hat man auch

$$\Gamma_N = \gamma L = \left(\frac{t_N}{1000\,a}\right) L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\beta)$$

woraus

$$t_N = \frac{1000}{a}\,\gamma \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\gamma)$$

Macht man dann diesen Ausdruck dem von (α) gleich, nachdem Γ_N durch γL ersetzt worden, so wird

$$t^1\,(P^1 + \gamma L + \Omega) = \frac{1000}{a}\,\gamma \quad . \quad . \quad . \quad (\varepsilon)$$

aus welcher Gleichung man für den Ausdruck der Gewichte pro laufenden Meter der Hängekette ableitet:

$$\gamma = \frac{t^1 P^1 + \Omega_1 a}{1000 - a\,L\,t^1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\zeta)$$

Der Werth von t^1 geht aus der Formel (65) hervor; er hat als Ausdruck

$$t^1 = \sqrt{1 + \left(\frac{H_N - \frac{h}{2}}{2\,V_N}\right)^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\alpha)$$

Will man die Berechnungen abkürzen, so bedient man sich der Tabelle Nr. 1, welche in der siebenten Spalte die Werthe von t^1 enthält, die man in der Praxis am nothwendigsten hat. Wenn das Verhältniß des Pfeils zur Sehne sich nicht in der Tabelle vorfindet, so braucht man nur einen proporzionellen Werth für den Koefficienten t^1 zu nehmen.

Nr. 2. Ueber den praktischen Ausdruck der Länge aller Hängestangen einer Hängebrücke.

Erster Fall. Von den Hängebrücken mit Stangen, die in horizontaler Projekzion gleich weit entfernt sind. — Wenn wir, was von der Wahrheit wenig entfernt ist, für diesen Fall annehmen, daß die Form der Kurve eine parabolische sei, so finden wir (37) folgenden Ausdruck für die Länge einer Ordinate

$$y = \frac{\pi}{2\,Q}\,x^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\alpha)$$

an der parabolischen Grenze

$$\frac{\pi}{2\,Q} = \frac{V_N}{H_N{}^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\beta)$$

und wenn die Stangen unter sich eine konstante Entfernung h haben und ferner die letzte Stange die Zahl N hat, so wird außerdem

$$x = h\left(n - \frac{1}{2}\right)$$

$$H_N = h\left(N - \frac{1}{2}\right).$$

Man erhält folglich:

$$y = \frac{V_N}{\left(N - \frac{1}{2}\right)^2}\left(n - \frac{1}{2}\right)^2 = \frac{V_N}{\left(N - \frac{1}{2}\right)^2}\left(n^2 - n + \frac{1}{4}\right)$$

$$. \quad . \quad . \quad . \quad (\gamma)$$

Setzen wir dann die Summen der in n von n = 1 bis n = N einschließlich variablen Glieder, so erhalten wir

$$\Sigma^n y = \frac{V_N}{N^2 - N + \frac{1}{4}}\left(\frac{4\,N^3 - N}{12}\right) \quad . \quad . \quad . \quad (\delta)$$

oder brauchbarer für die Praxis

$$\Sigma^n y = \frac{V_N}{N - 1}\left(\frac{N^2 - 1}{8}\right) \quad . \quad . \quad . \quad (\varepsilon)$$

und da $N^2 - 1 = (N - 1)\,(N + 1)$ so folgt zuletzt

$$\Sigma^n y = \frac{V_N}{3}\,(N + 1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\zeta)$$

Wenn f_N den Pfeil der Brückenbahn und D den senkrechten Abstand zwischen den horizontalen Tangenten, die eine zur Kurve der Ketten, die andere zur untern Kurve der Brückenbahn, bezeichnet, so erhält man für die Länge der Hängestangen:

$$\Sigma^n y = \left\{\frac{(V_N + f_N)}{3}(N + 1) + N\,D\right\} \quad . \quad . \quad (\eta)$$

Zweiter Fall. Wenn man annimmt, daß die Stangen an der Kette, deren Figur sehr wenig von der einer Kettenlinie differirt, gleich weite Entfernung haben. — Die Gleichung für die Ordinate der Kurve ist (155), wenn man sich an das erste Glied hält:

$$y_n = K\,S^2{}_n \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\alpha^1)$$

In dieser Gleichung

$$K = \frac{V_N}{S^2{}_N} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\beta^1)$$

wenn man mit l die Länge eines Kettengliedes und mit n die Zahl der letzten Hängestange bezeichnet, hat man:

$$\left(N - \frac{1}{2}\right) l = S_N$$

$$\left(n - \frac{1}{2}\right) l = S_n$$

und folglich, wenn man in der Gleichung (α^1) K durch seinen Werth ersetzt und anstatt S_N und S_n die vorhergehenden Werthe substituirt:

$$y_n = \frac{V_N}{\left(N - \frac{1}{2}\right)^2}\left(n - \frac{1}{2}\right)^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\varepsilon^1)$$

Digitized by Google

ein Ausdruck, welcher mit dem vorher gefundenen (c) identisch ist, und auf gleiche Weise behandelt mit hinreichender Genauigkeit für die Praxis gibt:

$$\Sigma^{n} y_{n} = \frac{V_N}{3}(N+1). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (d')$$

Praktisch gesprochen ist also der Ausdruck für die ganze Länge der Stangen einer Hängebrücke ein und derselbe in beiden Fällen; nur hat man sich zu erinnern, daß in dem ersten Falle diese Gesammtlänge einer gegebenen Abscisse korrespondirt, während sie in dem zweiten Falle einem gegebenen Bogen entspricht.

Wenn wie vorher f_N die Krümmung der Brückenachse und D die senkrechte Entfernung zwischen den beiden horizontalen Tangenten darstellt, so erhält man für die ganze Länge der Stangen:

$$\Sigma^{n} y = \left\{\frac{V_N + f_N}{3}(N-1) + DN\right\}. \quad . \quad . \quad (g')$$

Dasselbe Resultat kann man durch folgende Betrachtungen auf eine einfachere Weise erlangen.

Die Fläche zwischen der parabolischen Kette und der horizontalen Tangente dieser Kurve ist gleich:

$$\frac{1}{3}\, x.y = \frac{1}{3}\, V_N.H_N = \frac{V_N}{3}\left(N-\frac{1}{2}\right)h. \quad . \quad (a'')$$

Diese Fläche ist aber merklich gleich derjenigen zwischen dem parabolischen Polygon und der verlängerten horizontalen Seite, und diese letzte selbst ist gleich der Summe der Trapeze, die seitwärts durch die Hängestangen, oben und unten aber durch die Hängeketten und die Verlängerung der horizontalen Seite gebildet werden. Man hat daher:

$$\frac{V_N}{3}\left(N-\frac{1}{2}\right)h = \left(\frac{V_1+V_2}{2}\right)h + \left(\frac{V_2+V_3}{2}\right)h + \ldots + \left(\frac{V_{N-1}+V_N}{2}\right)h \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (b'')$$

was man zu jedem Gliede $\frac{V_N}{2}$ hinzufügt und beachtet, daß in dem Polygon $V_1 = 0$ so folgt, nachdem man den gemeinschaftlichen Faktor h beseitigt:

$$\frac{V_N}{3}(N+1) = [V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + \ldots + V_{N-1} + V_N] \quad . \quad . \quad . \quad (c'')$$

Das zweite Glied aber, in welchem jeder Ausdruck die Länge einer Hängestange darstellt, ist nichts anderes als die gesuchte Summe der Längen derselben Stangen, so daß man wie vorher erhält:

$$\Sigma_{n} y = \frac{V_N}{3}(N+1). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (d'')$$

Note 3. Ausdruck in endlichen Gliedern für den Werth des horizontalen Komponenten Q der Kettenlinie und der Tangente zu dieser Kurve.

Der Ausdruck (155) der Ordinate der Kettenlinie läßt sich in folgende Form bringen, wenn man die beiden Glieder durch $\frac{\pi}{Q}$ multiplicirt und zu jedem dieser Glieder 1 hinzusetzt:

$$\frac{\pi y}{Q} + 1 = \left[1 + \frac{1}{2}\left(\frac{\pi^2 S^2}{Q^2}\right) - \frac{1}{8}\left(\frac{\pi^2 S^2}{Q^2}\right)^2 + \frac{1}{16}\left(\frac{\pi^2 S^2}{Q^2}\right)^3 - \frac{5}{128}\left(\frac{\pi^2 S^2}{Q^2}\right)^4\right]. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (a)$$

Das zweite Glied aber ist nichts anderes als die Entwicklung des Ausdrucks:

$$\sqrt{1+\left(\frac{\pi^2 S^2}{Q^2}\right)};$$

man erhält also:

$$\left(\frac{\pi y}{Q}+1\right)^2 = 1 + \frac{\pi^2 S^2}{Q^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (b)$$

und demnächst nach geschehenen Operazionen und Reduktzionen

$$\frac{\pi S}{2Q} = \frac{1}{\left(\frac{S}{y} - \frac{y}{S}\right)} = \frac{y}{S} \times \left(1 - \frac{y^2}{S^2}\right)^{-1}. \quad . \quad . \quad (c)$$

wonach

$$Q = \left(\frac{S^2 - y^2}{2y}\right)\pi = \left(\frac{S^2 - V_N^2}{2V_N}\right)\pi. \quad . \quad . \quad . \quad (d)$$

Wenn man außerdem das zweite Glied von (c) zu der Potenz −1 erhebt, erhält man:

$$\frac{\pi S}{2Q} = \left[\frac{y}{S}\left\{1 + \left(\frac{y^2}{S^2}\right) + \left(\frac{y^2}{S^2}\right)^2 + \left(\frac{y^2}{S^2}\right)^3 + \ldots\right\}\right] = \left\{\frac{y}{S} + \frac{y^3}{S^3} + \frac{y^5}{S^5} + \frac{y^7}{S^7} + \ldots\right\}. \quad . \quad . \quad . \quad (e)$$

Ein Resultat, das dem aus der Gleichung (155) durch die Methode der rücklaufenden Reihen abgeleiteten gleich ist.

Digitized by Google

Der verbeſſerte Arkograph.

Mitgetheilt vom k. k. Landesbaudirekzions-Ingenieur zu Innsbruck Leopold von Clarieini.

Das Bedürfniß eines einfachen Inſtrumentes, mittelſt deſſen man ſchnell und genau Krümmungen auf dem Felde zum Behufe von Eiſenbahn-, Straßen- und Waſſerbauten ausſtecken könne, war nie ſo fühlbar als in der letzten überaus bauthätigen Zeit. Wer immer je in der Lage war, derlei Bauten zu projektiren oder auszuführen, wird das äußerſt Mühſame und dabei Ungenaue der bisher bekannten Methoden, ſolche Linien auszuſtecken, gerne eingeſtehen. Wie viele Zeit nahmen nicht die beſchwerlichen und oft unrichtigen Meſſungen über Berg und Thal in Anſpruch! Darüberhin waren bei dieſen Meſſungen wenigſtens zwei verläßliche Gehilfen nothwendig. — Die Sache geſtaltet ſich aber um ſo läſtiger und zeitraubender, je öfter dieſelbe Linie, vorzüglich bei Ausführung des Baues, nachgeſteckt werden muß, indem die anfänglich bezeichneten Punkte nur zu häufig durch Materialanſchüttungen, Abgrabungen, durch das Ueberfahren der Zeichen, durch Unvorſichtigkeit der Arbeiter ꝛc. bald verloren gehen.

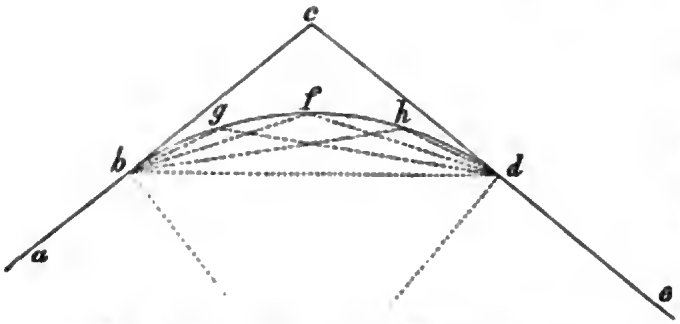
Jeder Inſpicient wird ferner die Erfahrung gemacht haben, daß die bisher bekannten Methoden der Ausſteckung ſolcher Krümmungen auch in Bezug auf Genauigkeit Manches zu wünſchen übrig laſſen. Er wird die Erfahrung gemacht haben, daß man bei wiederholter Ausſteckung derſelben Linie beinahe nie die anfangs beſtimmten Krümmungspunkte und ſo auch nicht das ganz gleiche Reſultat erhalten konnte, das man beim erſten Ausſtecken erhalten halte. Wegen dieſer geringen Genauigkeit der bisherigen Methoden weichen auch ſehr viele mit großer Mühe, ſelbſt auf beinahe horizontalen Ebenen, ausgeſteckte und ſonach ausgeführte Krümmungen um ſo mehr von regelmäßigen Kreisſegmenten ab, je länger ſie ſind, während doch beſonders bei Eiſenbahnen die Krümmungen ganz regelmäßige Kreisſegmente ſein ſollten. Schwierigkeiten nämlich, welche ſich oft beim Meſſen einſtellen, fehlerhafte Vorrichtungen und unpraktiſche Inſtrumente laſſen es oft nicht zu, daß die Punkte, welche in die Kreislinie fallen ſollen, mit der erforderlichen Genauigkeit beſtimmt werden.

Wenn nun das Geſchäft der Ausſteckung von derlei Linien nach den bisherigen Methoden ſelbſt bei günſtigen Terrainverhältniſſen ein ſehr mühſames und zeitraubendes und dabei das Reſultat ein ziemlich unverläßliches war, in wie viel höherem Grade mußten dieſe Nachtheile, Zeitverluſte und Unrichtigkeiten ſich dann einſtellen, wenn man ſich bemüſſiget ſah, Tracen in ſtark geneigten Bergabhängen, in Thälern, über Felsklippen u. ſ. w. zu führen.

Ich befand mich oftmals in der Lage, derlei Arbeiten projektiren aber dabei auch beklagen zu müſſen, daß wir kein Inſtrument beſitzen, mittelſt deſſen wir Krümmungen ausſtecken könnten, ohne irgend eine Meſſung vornehmen zu müſſen. Da erſchien im Jahrgange 1840 der Bauzeitung unter dem Titel „der Arkograph“ (Seite 172) die Beſchreibung eines einfachen Inſtrumentes, das die beſagten Schwierigkeiten beſeitigen ſollte. Ich bediente mich desſelben und fand, daß es wirklich derlei Arbeiten weſentlich erleichtere. Allein ſeine Anwendbarkeit war eine nur gar zu beſchränkte, indem es z. B. dann, wenn die Krümmung eine ſanft gebogene ſein mußte, was bei Eiſenbahnen beinahe immer der Fall iſt, gar nicht gebraucht werden konnte. Ferner war die Einrichtung desſelben wegen der obligaten Lage des Auges an der Diopter, wodurch das Aufſuchen der Fahne ſehr erſchwert war, äußerſt unpraktiſch.

Das Princip dieſes Arkographen beibehaltend, verſuchte ich nun ein neues Inſtrument, welches praktiſcher eingerichtet und für alle vorkommenden Fälle anwendbar wäre, zuſammenzuſtellen, was mir auch nach vielen Verſuchen endlich durch Herſtellung des verbeſſerten Patent-Arkographen“ vollkommen gelang, wie es ſeine Beſchreibung darthun wird. Bevor ich jedoch dieſe Beſchreibung folgen laſſe, will ich das Princip des Inſtrumentes und ſeinen Urzuſtand, in welchem es nämlich der Erfinder gab, kurz berühren.

Digitized by Google



Es ſei ac und ce die Richtung zweier gegebenen Linien im Felde, welche vom Punkte b aus durch einen regelmäßigen Kreisbogen ſo verbunden werden ſollen, daß dieſer an beide Linien tangenzial ſei. Damit der Bogen ein tangenzialer werde, muß, wie ſich von ſelbſt verſteht, die Linie cd gleich der Linie cb ſein. In dieſem Falle werden die Winkel abd, bde, bgd, bfd u. ſ. w. einander und allen jenen gleich ſein, deren Schenkel auf den Punkten b und d aufſtehen und deren Scheitel in irgend einem Punkte des Kreisbogens bgfhd liegt, indem alle Winkel am Umfange eines Kreiſes, welche einen und denſelben Bogen meſſen, einander gleich ſind. — Dies der Grundſatz, auf welchem das Inſtrument beruht.

Der Arkograph im Urzuſtande war ein Diopter-Lineal, an deſſen einem Ende, ſtatt der Viſirlappe, ein um ſeine eigene Achſe drehbarer Spiegel angebracht war. Um dieſe Vorrichtung ruhig halten zu können, wurde ſie an einem Stocke befeſtiget.

Ließ ſich nun durch verſchiedene Drehung des Spiegels der Winkel abd am Inſtrumente fixiren, ſo war es ein Leichtes, auch jeden Zwiſchenpunkt g, f, h u. ſ. w. aufzufinden. Aber eben das Fixiren des Winkels abd im Inſtrumente war ſehr oft nicht möglich. Man mußte nämlich die Diopter auf dem Punkte b in die Richtung der Geraden von c gegen a bringen und dann den Spiegel ſo lange drehen, bis die in d geſteckte Fahne dem die Diopter Sehenden im Spiegel erſchien und mit der in a geſteckten und über den Spiegel emporragenden Fahne zuſammenfiel. War nun der Winkel cdb ein etwas ſpitziger, oder, was dasſelbe iſt, der Winkel abd bedeutend ſtumpf, ſo wurde die Fahne d vom Kopfe des durch die Diopter Sehenden verdeckt und hiemit das Inſtrument in dieſem oft vorkommenden Falle unbrauchbar, wenn man nicht der Diopter eine übermäßige, unbequeme Länge geben wollte.

Um das Inſtrument zu verbeſſern, geſtaltete ich zuerſt dieſe mit Viſirlöchern verſehene Diopter um. Ich gebrauchte nämlich ſtatt derſelben eine offene, in welche ein Faden geſpannt war und hielt ſie in der Richtung von b nach d. Ich ſah dann nicht durch die Diopter, ſondern frei in den Spiegel, ſo, daß mein Sehſtrahl gegen die Fahne in a gerichtet war. Hierauf drehete ich den Spiegel ſo, daß mir der Faden ſammt der Fahne in d im Spiegel mit der über dem Spiegel geſehenen in a geſteckten Fahne zuſammenfiel. Während auf dieſe Weiſe auch eine nur ſehr kurze Diopter genügte, gewann auch das Auge an Spielraum, wodurch das Aufſuchen der Fahnen bedeutend erleichtert wurde.

Ich ließ nun ein neues, auf dieſe Art eingerichtetes, kompendiöſes Inſtrumentchen anfertigen, welches ich nach und nach ſo vervollkommnete, daß ich es durch mehrere Jahre bei Straßenprojekten mit ſehr gutem Erfolge anwenden konnte. Aber auch dieſes Inſtrument ließ Manches zu wünſchen übrig. Da man nämlich, wenn der Winkel abd ein ſehr ſtumpfer war, um die Fahne in d nicht zu verdecken, ſich weiter von dem Inſtrumente entfernen mußte, ſo war es für einen weniger Geübten immer noch nicht ſo leicht zu handhaben als es gewünſcht werden konnte.

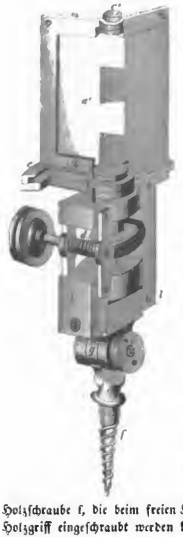
Die Beobachtung dieſer Unvollkommenheit brachte mich endlich auf den glücklichen Gedanken, zwei in einander greifende Spiegel, welche aber nur einfache Reflexionen geben, anzuwenden, worin der Hauptvorzug dieſes Inſtrumentes beſteht. Ich übergebe nun dasſelbe unter der Benennung der verbeſſerte Arkograph *) der Oeffentlichkeit, mit dem Wunſche, daß es gehörig geprüft und angewendet werden möchte. Wird dieſer mein Wunſch erfüllt, ſo bin ich verſichert, daß der verbeſſerte Arkograph am beſten ſich ſelbſt das Wort ſprechen werde.

Auf dieſe kurze Geſchichte des Inſtrumentes laſſe ich nun die Beſchreibung desſelben folgen und werde dann noch die weſentlichen Vortheile, welche dasſelbe verſchafft, und ſeine vielſeitige Anwendbarkeit kurz berühren.

Die nachſtehende Figur ſtellt das Inſtrument in natürlichen Größe perſpektiviſch dar.

*) Solche ſind in Innsbruck beim Mechaniker H: Mathias Retter um 30 Fl. K. M. zu haben.

Digitized by Google



Der eine Spiegel a steht auf Backen b fest, der andere a' läßt sich um die Achse c, c' durch die an demselben angebrachte ewige Schraube d nach vor- oder rückwärts so weit drehen, bis die zwei Spiegelflächen entweder in einer Ebene liegen oder ihre Rückseiten einen Winkel von 90° einschließen. Diese Spiegelbewegung erhält ihre Festigkeit durch eine Nuth oder einen Falz an dem rückwärts befindlichen Segmentbogen e, auf welchem nöthigenfalls eine Eintheilung in Graden angebracht werden kann, um die Größe des Winkels, den die Spiegel einschließen, angeben zu können. Am untern Theile des Instrumentes befindet sich eine Holzschraube f, die beim freien Handgebrauch in einen Holzgriff eingeschraubt werden kann, an welchem dann ein Senkel hängt, welcher den Standpunkt des Instrumentes am Boden genau angibt. Für noch zu wenig im Gebrauche des Instrumentes Geübte wird es an einen ungefähr 4½ Schuh langen Stock eingeschraubt, welcher nöthigenfalls auch mit einer eisernen Spitze versehen werden kann, um ihn in den Boden stecken zu können und so das Ruhighalten des Instrumentes zu erleichtern. Das Instrument läßt sich nach vor- und rückwärts erstens in dem Charnier g, in entgegengesetzter Richtung aber zweitens in den Backen h h bewegen. Dadurch ist man im Stande das Instrument bei vertikaler Lage des Stockes immer so zu stellen, daß 2 Punkte, die gleichzeitig von einem dritten aus zu sehen sind, im Spiegel übereinander erscheinen.

Ein wesentliches Bedürfniß des Instrumentes besteht darin, daß beide Spiegel genau dieselbe Richtung oder Lage haben, so daß, wenn ich das Instrument z. B. bleirecht halte, beide Spiegel gleich vertikal stehen. Um sie in dieser Beziehung gehörig rektifiziren zu können, sind bei i zwei kleine Schräubchen an den Rahmen des beweglichen Spiegels a' angebracht, so daß dieser um das Fehlende vor- oder rückwärts getrieben werden kann. Bei einer zu lockern Bewegung des Charniers an der unten angebrachten Holzschraube kann dieselbe durch die Mutter k gleich wie bei einem gewöhnlichen Handzirkel gehemmt werden, eben so kann dieses durch die beiden Schräubchen l, l an der zweiten Bewegung geschehen. Zu diesen Rektifikazionen ist ein eigener Schlüssel ne bst einer Handhabe und einem Senkel dem Arkographen beigegeben.

Die wesentlichen Vortheile dieses verbesserten Arkographen sind folgende:

1. Die Genauigkeit der mittelst desselben ausgesteckten Kreisbögen, welche man nach den übrigen bekannten Methoden entweder gar nicht, oder doch nur mit großer Mühe und namhaften Zeitverlust erlangen kann.

2. Die Schnelligkeit, in welcher man mittelst dieses Arkographen derlei Linien ausstecken kann, indem man beim Gebrauche desselben kaum den vierten, ja oft nicht den zehnten Theil der Zeit, welche jede andere Konstruksionsweise erfordert, nöthig hat.

3. Seine Anwendbarkeit auf alle bei Aussteckung von Kreiskrümmungen vorkommenden Fälle, indem dieser Arkograph auch dort seine Dienste leistet, wo Anfangs- und Endpunkt der auszusteckenden Kurven entweder nicht sichtbar oder unzugänglich sind, oder wo sie in bedeutender Höhenverschiedenheit voneinander liegen; ferner, wo das Terrain stark okkupirt ist u. dgl.

4. Die leichte Handhabung desselben bei den verschiedenen Operazionen ohne Beihilfe einer zweiten Person. So vermag man z. B. mittelst desselben bei einem Baue jeden zweifelhaften Punkt einer Kurve, oder auch die ganze Kurve, wenn nur deren Endpunkte fix markirt sind, ohne Zuhilfenahme von andern Personen zu kontroliren.

5. Der Umstand, daß man mittelst dieses Arkographen die Punkte, welche die Kurve bezeichnen, in beliebigen gleichen oder ungleichen Entfernungen voneinander und zwar einen von dem andern ganz

Digitized by Google

unabhängig bestimmen kann, was bei den übrigen Methoden nicht der Fall ist.

6. Seine mannigfaltige Verwendbarkeit bei verschiedenen Operazionen, indem er nicht bloß zur Ausstekkung von Krümmungen, von geraden und senkrechten Linien mit großem Vortheile verwendet werden kann, sondern auch bei Messungen von unzugänglichen und Höhenpunkten, wenn keine besondere Genauigkeit verlangt wird, Anwendung findet.

7. Seine Kompendiosität. Man kann das ganze Instrument sammt Etui bequem in der Tasche tragen.

Die Brücke über den Main bei Schweinfurt.

(Nebst Zeichnungen auf Blatt **126** bis **128**.)

Der Main wird bei Schweinfurt zum Betrieb einer Kunstmühle, Baumwollenspinnerei, Loh-, Schneid- und Schleifmühle, welche Etablissements sämmtlich Eigenthum der Stadtgemeinde Schweinfurt sind, bedeutend gestaut, so daß die Stauung selbst bis nahe an eine Stunde oberhalb Schweinfurt sich erstreckt.

Die Stauung selbst erfolgt durch sehr mangelhaft konstruirte Stauwehre, in welchen ein Grundablaß, dann ein Kanal aus Holz zur Durchführung der auf dem Maine bedeutenden Floßfahrt eingelegt sind; die Schiffe werden mittest einer in neuerer Zeit erbauten Kammerschleuse vom Oberwasser in das Unterwasser gebracht.

Einestheils zum Zweck der Speisung zweier Privatmühlwerke, anderntheils zur Förderung des Ueberfallwassers bei Hochgewässern sind am linksseitigen Ufer zwei Ueberfallwehre angebracht.

Die über diese Wehre überstürzende Wassermasse sowohl als das Abflußwasser der beiden Privatmühlen fließen in zwei verschiedenen Rinnsälen ab und vereinigen sich nicht weit unterhalb dieser beiden Ueberfälle; von hier strömen sie in einem gemeinschaftlichen Rinnsale dem Hauptstrombette zu.

Ueber das zuerst genannte Strombett führte für die äußerst starke Frequenz eine hölzerne Bockgestellbrücke, welche beinahe von jedem Hochgewässer oder Eisgang, welche an dieser Stelle beträchtlich sind, weggenommen wurde, wodurch die Kommunikazion oft für mehrere Tage, ja wochenlang unterbrochen war, was für die Stadt Schweinfurt höchst empfindliche Folgen hatte.

Nachdem nun der Neubau einer Brücke für diese Stelle als unabweisbares Bedürfniß von Seite der Stadtgemeinde vollkommen anerkannt war, konnte man sich lange nicht über die Art der Konstrukzion des auszuführenden Werkes einigen.

Man schlug die Erbauung einer hölzernen Brücke mit steinernen Pfeilern und Widerlagern vor; anderseits war man für Erbauung einer Kettenkrücke; wieder Andere beabsichtigten die Erbauung einer steinernen Brücke, und lange dauerten die Verhandlungen in dieser Beziehung, bis man sich endlich für den Bau einer steinernen Brücke entschied.

Der Unterzeichnete, im Februar 1851 als Stadtbaumeister nach Schweinfurt berufen, wurde mit der Ausführung dieses Werkes beauftragt und ihm zu diesem Behufe ein bereits vorliegendes Projekt übergeben, dessen Mangelhaftigkeit ihn aber zur Aufstellung eines anderen Projektes veranlaßte.

Stellung der Brücke und Dimensionen derselben. — Die Stellung der Brücke sowohl in Bezug auf die zu ihr führenden Auffahrten als in Bezug auf die Stellung derselben gegen den Strom, welcher hier, von zwei verschiedenen Richtungen ankommend, auch in zweierlei Richtung gegen die Brückenbaustelle anprallt, bot in dieser Beziehung mehrfache Schwierigkeiten; allein nach vielen hydrometrischen Messungen ꝛc. gelang es, die Brückenstellung so zu erzwecken, daß sie den örtlichen Verhältnissen vollkommen entspricht.

Die beiden Ufer an der Brückenbaustelle sind hoch und es liegt das rechtseitige 18.3 Fuß über dem Nullpunkt des Pegels, das linkseitige 16.8 Fuß über diesem Nullpunkt; die Wasserstandslinie des bekannten höchsten Wassers beträgt 19.8 Fuß. Die Normalbreite des Flusses an dieser Stelle ist 240 Fuß.

Auf den Grund der Erwägung aller örtlichen Verhältnisse erhielt die hier zu erbauende neue Brücke folgende Dimensionen:

Digitized by Google

Lichte Oeffnung der Fluthbogen	66,0 Fuß
Höhe der Kämpferlinie über dem Nullpunkt	18,0 „
Pfeilerhöhe = sin. vers.	11,0 „
oder $^1/_6$ der lichten Oeffnung;	
Pfeilerbreite an der Basis	12,5 „
Widerlagerstärke	32,0 „
Um die Widerstandsfähigkeit der Wölbsteine vom Schlußstein gegen das Widerlager verhältnißmäßig zu vergrößern, wurde das Kreissegment, welches das Bekrönungsgesims der Wölbsteine bildet, mit einem Radius von	67,25 „
die Wölblinie in der Leibung des Gewölbes mit einem Radius von	55,0 „
beschrieben, so daß die Schlußsteinhöhe . .	3,5 „
beträgt, die Höhe des Bogenanfanges hingegen eine Höhe von	5,0 „
erhielt. Die Breite der Brücke wurde, von Stirn zu Stirn gemessen, bestimmt auf .	30 „
Die innere Trottoirlinie liegt von der Stirn	4 „
Die Fahrbahnbreite beträgt	22,0 „
Die Gesammtlänge der Brückenbahn beträgt	238,0 „

Fundazion der Pfeiler und Widerlager. — Nachdem nun das neue Projekt nach den gegebenen Direktiven ausgearbeitet war, wurde am 12. April 1851 zur Absteckung der Brückenachse geschritten, und nachdem dieselbe sowohl in horizontaler als vertikaler Beziehung auf dem Terrain fixirt war, schritt man zur Fundazion der Brücke selbst.

Nicht leicht dürfte eine schwierigere Fundazion bei ähnlichen Bauwerken vorkommen als dies bei der in Frage stehenden Brücke der Fall war.

Nach dem ursprünglichen Projekte sollte die Brücke mittelst eines Pfahl- und Schwellrostes fundirt werden.

Hierauf fußend wurden alle hiezu nöthigen Vorbereitungen getroffen und mit Anlage der Fangdämme begonnen.

Allein schon bei dem Einrammen der aus $\frac{0.8'}{0.9}$ starken Fichtenstämmen bestehenden Pfähle für die Fangdämme, welche mit 10 Pf. schweren Federschuhen armirt waren und mit einer Zugramme von 6 Ctr., mit 28 Mann bedient, auf $3^1/_4$ bis 4′ mittl. Fallhöhe eingetrieben wurden, zeigte es sich, daß ein kompakter Baugrund in nicht gar großer Tiefe liege und eine Fundazion auf Pfahlrost durchaus nicht anwendbar sei.

In dieser Vermuthung wurde ich nun dadurch erhalten, daß von den zu den Fangdämmen der beiden Pfeiler nöthigen 164 Spundpfählen kein einziger tiefer als 10 Fuß eingetrieben werden konnte.

Da dem ursprünglichen mir übergebenen Projekte keine Rammbeobachtungen über geschlagene Probepfähle beigelegt waren, überhaupt derlei gar nicht geschlagen wurden, so war ich bemüßiget, diese Maßregel nachzuholen und ließ ich zu dem Ende in der Achse der Brücke in der Baugrube der beiden Widerlager und der beiden Pfeiler Probepfähle schlagen, wozu eichene 10 Schuh lange, vierkantige, einen Schuh im Gevierte haltende Pfähle, welche mit 16 Pf. schweren Federpfahlschuhen armirt waren, verwendet wurden. Ein Rammklotz von 9,18 Ctr. wurde angewandt und von 40 Mann bedient. Die Fallhöhe betrug im Mittel 3,5 Fuß. Hiernach berechnet sich der Nuheffekt des auffallenden Rammklotzes auf 129,07 Ctr., und mit Berücksichtigung der Reibung an den Ständern ꝛc. ꝛc. auf 100 Ctr.

Trotz dieser außerordentlichen Kraftäußerung konnten diese Probepfähle nicht tiefer eingetrieben werden als:

Probepfahl in der Baugrube des rechtseitigen Pfeilers	11,22′
dtto. im linkseitigen Pfeiler	11,32′
dtto. im rechtseitigen Widerlager	11,54′
dtto. im linkseitigen Widerlager	11,61′

unter dem Nullpunkte des Pegels, und sie differirten daher in ihrer Tiefe nur um einen Betrag von 0′1—0,4′, was eine so geringe Differenz ist, daß:

1. daraus gefolgert werden mußte, daß nicht zufällige Hindernisse, als einzelne Steine u. dgl., das weitere Eindringen verhindert haben konnten;

2. die Grundlage, auf welcher sie stehen, eine so gleichförmige Dichtigkeit haben müsse, um ein so wenig differirendes Eindringen zu bedingen, daß wohl angenommen werden konnte, diese Grundlage könne keine andere als ein um einige Zoll in seiner Oberfläche unebenes Felsenlager sein.

Die Rammbeobachtungen ergaben, daß die ganze Bodenschichte des Flußbettes sehr dicht und impressibel ist, weil in den betreffenden Hitzen, in den kritischen, d. i. in den eingehaltenen Tiefen mit der 9.18 Ctr. schweren Zugramme die Probepfähle nur 0.8—1.0′, von der 5. Hitze weiter nur mehr 0.6′—0′4′ rückten, und bald

Digitized by Google

nur 0,2′ wichen, bis sie endlich in mehreren Hitzen von je 25 Schlägen gänzlich stehen blieben.

Obgleich ich schon durch die bisher gepflogenen Untersuchungen des Baugrundes die volle Ueberzeugung gewonnen hatte, daß an dieser Stelle eine Fundazion auf Pfahlrost nun und nimmermehr anzuwenden sei, so ließ ich doch noch zu allem Ueberflusse weitere 8 Probepfähle an verschiedenen Orten, nämlich: am Vorhaupte der beiden Pfeiler, am Hinterhaupte derselben, dann an den oberen und unteren Flügeln der beiden Widerlager eintreiben. Dieselben wurden zuerst mit obiger Zugramme bis zum Stehen eingetrieben, und hierauf mit einer Kunstramme, deren Klotz 12.62 Ctr. Schwere betrug, und welcher von einer Höhe von 24 Fuß herabfiel, nachgeschlagen, und zwar so lange, bis der Pfahl feststand, d. i. bis derselbe in drei aufeinander folgenden Schlägen absolut nicht mehr wich.

Der Probepfahl am hinteren Flügel des rechtseitigen Widerlagers wurde mit 54 Schlägen der Kunstramme eingetrieben und wich, nachdem er vorher mit der Zugramme schon bis zum Stehen gebracht war, auf den ersten Schlag nur um 0,03′ und wechselte bei jedem folgenden zwischen 0,01′ und 0,02′, bis die letzten 10 Schläge absolut kein Weichen mehr zeigten und der Rammklotz 3′ bis 3½′ nach jedem Auffallen auf die Pfahloberfläche wieder zurück in die Höhe sprang.

Nunmehr war mit aller Bestimmtheit die erste Vermuthung, daß nämlich in einer Tiefe von 11,5′ im Mittel unter dem Nullpunkte eine undurchdringliche Lage durch das ganze Flußbett sich durchziehe, daher eine Pfahlrost- und Schwellrost-Fundazion ganz unzulässig sei, gerechtfertigt, weil, wenn man die Rostschwelle nur 2 Fuß unter Null, was gewiß eine höchst geringe Tiefe wäre, gelegt haben würde, und dieselbe nur circa 1.25′ stark genommen hätte, die Pfähle nur noch 8.25′ Länge behalten hätten, und daher zu kurz gewesen wären, um dem Schub der darauf ruhenden Belastung des Bauwerkes mit Sicherheit zu widerstehen; auch wäre zu befürchten gewesen, daß diese Brücke aus dieser Ursache ein gleiches Schicksal erlitten hätte wie die Brücke zu Tours, welche dadurch, daß die Pfähle aus gleicher Ursache wie im vorliegenden Falle zu kurz gemacht werden mußten, und die sie umgebende Erdschichte nicht mächtig und kompakt genug war, ein Umneigen dieser Pfähle zu verhindern, einstürzte.

Es mußte nunmehr auf eine andere Fundazionsart gedacht werden. Die zunächst liegende wäre die Erreichung des nach den Probepfählen in der Tiefe von 11.5 Fuß liegenden festen Baugrundes und Fundazion auf diesem gewesen. Allein auch dieser sich in Folge der Probepfähle als fest zeigende Baugrund war keineswegs geeignet zur Fundazion der Brücke.

Die Gegend um Schweinfurt gehört in geologischer Beziehung der Muschelkalkformazion an. Die an mehreren und verschiedenen Punkten der Umgegend bebauten Steinbrüche, so wie mehrere gleich unterhalb der Brückenbaustelle angebrochenen Ufertheile des Mains lassen die verschiedenen Schichtungen dieser Formazion deutlich erkennen.

Die unmittelbar auf den Muschelkalkstein auflagernde oberste, oft 8 — 10 Fuß mächtige Schichte besteht aus schieferartigem Thon, welcher, so lange er den Einwirkungen der Luft und Witterung nicht ausgesetzt ist, eine kompakte Masse bildet; der Luft und den Einwirkungen der Witterung ausgesetzt, zerfällt er in schieferige Tafeln, ja selbst in Staub löst sich diese Masse auf, welches letztere namentlich der Frost bewirkt. Selbst Strömungen des Flusses zerklüften diese Masse und legen sie als schieferige Stücke ab, wie dies allenthalben an den Uferabbrüchen des Mains ersichtlich ist.

Diese Masse ist es also, welche durch das ganze Flußbett an der Baustelle durchstreicht und welche die eingeschlagenen Probepfähle indicirten. Ein solcher Baugrund konnte offenbar, wie schon bemerkt, wegen der eben dargestellten Eigenschaften desselben durchaus nicht als zur Fundazion tauglich erkannt werden.

Bei der Fundazion eines steinernen Brückenpfeilers der Brücke in Schweinfart, welche über den Mühlkanal führt, und welcher erst zu Anfang der dreißiger Jahre gebaut wurde, fand sich dieselbe Schichte auch vor. Der Baumeister suchte durch dieselbe einen Pfahlrost in der Art einzubringen, daß er für jeden einzelnen Rostpfahl sechseckige Löcher einbohren und in diese sechseckig zugerichtete Pfähle eintrieb.

Dieses Verfahren stellte sich nicht nur als sehr kostspielig, sondern auch als sehr zeitraubend heraus und entsprach dem Zweck durchaus nicht, da der Pfeiler bereits unterspült ist.

Digitized by Google

Es wäre daher, da dieser Baugrund als durchaus nicht geeignet zur Fundazion erkannt wurde, im vorliegenden Falle nichts anderes übrig geblieben, als diese Schichte wegzunehmen und den kompakten Kalkfelsen aufzusuchen.

Erwägt man nun, daß die Oberfläche des schieferigen Thonlagers erst in einer Tiefe von 11,5 Fuß unter dem Nullpunkte des Pegels sich zeigt, daß ferner möglicher Weise dieses auflagernde Thonlager 8—10 Fuß mächtig sein könnte, so wäre der Baugrund erst in einer Tiefe von 19,5 resp. 21,5 Fuß unter dem Nullpunkte zu suchen gewesen, welche Fundazionstiefe aufzusuchen selbst bei den günstigsten Wasserstandsverhältnissen äußerst schwierig und zeitraubend gewesen wäre, abgesehen von dem enormen Kostenaufwande, welchen die Fundazion in dieser Tiefe durch Anbringung von Fangdämmen, deren Pfähle und Spunddielen in dieses schieferige Thonlager hätten eingebohrt werden müssen, verursacht haben würde.

Ich hatte vielseitig Gelegenheit bedeutende Bauten, welche bei der Erbauung des Ludwig-Donau-Main-Kanals bei Bamberg schon im Jahre 1836 ausgeführt und auf Beton fundirt wurden, theils zu beobachten, theils selbst thätigen Antheil bei deren Ausführung zu nehmen, und erbaute im Jahre 1845 ganz selbstständig eine steinerne Brücke von 5 Bogen über die Ebrach, bei dem Dorfe Schönbrunn im k. Landgerichte Burgebrach, welche ich, von der Tüchtigkeit der Beton-Fundirung vollkommen überzeugt, ebenfalls mit vollkommen günstigem Erfolge auf Beton fundirte, daher ich auch bei den obwaltenden Verhältnissen sogleich entschlossen war, auch diese Brücke auf Beton zu fundiren, welche Fundazionsart ich auch, wäre ich der Verfertiger des ursprünglichen, nunmehr von mir gänzlich abgeänderten Projectes gewesen, unbedingt gewählt hätte, da sie ohne Zweifel im gegebenen Falle die allein richtige war, was auch von Seite der technischen Stelle der königlichen Regierung anerkannt ward. Daß man aber darauf bedacht sein muß ein im Strome errichtetes Bauwerk auf Betongründung vor Unterspülung zu sichern, ist einleuchtend, und es wird dem Techniker nicht schwer fallen, den örtlichen Verhältnissen derlei Vorkehrungen zu diesem Zwecke anzuwenden.

Die von mir in vorliegender Fundazion angewendeten Maßregeln sind aus dem Plane ersichtlich, und folgt das Nähere darüber unten.

Die Fundazion auf Beton erfordert nicht gerade einen absolut undurchdringlich festen Baugrund, sondern es kann diese Fundazionsart auf jeden Baugrund angewendet werden, dessen Impressibilität konstatirt ist, und gerade hierin, daß man nicht zu so enormen Tiefen, welche andere Fundazionsarten erheischen, seine Zuflucht nehmen muß, um ein derartiges Bauwerk zu gründen, liegt der bedeutende Vortheil dieser Fundazionsart.

Nachdem nun die Fangdämme der Pfeiler in der in Fig. 5 (Blatt **127**) im Grundplane ersichtlichen Form hergestellt waren, wurde mit Ausheben der Baugrube am 9. Juni 1851 begonnen.

Ich beabsichtigte die Baugrube, so lange als es nur thunlich war, da die Kosten des Wasserpumpens gegen jene des Ausbaggerns unter Wasser sich gleichstellten, trocken zu legen und trocken auszugraben, wodurch ich bedeutend an Zeit gewann gegen das Ausbaggern unter Wasser, worauf ich namentlich mein Augenwerk richtete, da ich die Fundazion der zwei Pfeiler und der zwei Widerlager zu gleicher Zeit in Angriff nahm, um sie noch vor Winter über Wasser zu bringen; erst dann, als Witterung und Wasserstand sich sehr ungünstig zeigten, wurde mit dem Ausbaggern der Baugrube für den linkseitigen Pfeiler begonnen, deren Flächeninhalt 1186¼ □fuß betrug.

Zu dem Zwecke wurde eine 20 Fuß lange, 2 Fuß im Durchmesser haltende, mit 0,4′ Steigung der Schraubengänge versehene, archimedische Schraube eingebracht und nach Verlauf einer Stunde senkte sich der Wasserspiegel in der Baugrube um einen Fuß.

Nunmehr konnte das Ausheben der Baugrube selbst, deren obere Schichte auf 3 Fuß Tiefe ganz reinen losen Quarzsand zeigte, in trocknem Zustande erfolgen, und es wurde daher die nöthige Anzahl Arbeiter für diesen Zweck in der Baugrube aufgestellt.

Am Nachmittage desselben Tages wuchs jedoch der Wasserstand dermaßen, daß diese Arbeit höchst erschwert und in Folge des Einbringens der noch weiter nöthig gewordenen Schöpfvorrichtungen sogar öfters Stunden lang unterbrochen werden mußte, und da der Wasserstand in immerwährendem Zunehmen begriffen war und eine Druckſäule von 7,4′ gegen die Sohle der Baugrube wirkte, so hielt ich es für gerathener für diese Arbeit einen günstigeren Wasserstand abzuwarten.

Erst am 19. Juni konnte diese Arbeit wieder be-

Digitized by Google

genannt werden, allein wegen des in dieser Jahreszeit noch immer höchst ungünstigen Wasserstandes (am Pegel noch immer 2,6') konnte ich immer nicht die von mir bestimmte Fundazionstiefe von 5,5 Fuß unter dem Nullpunkte des Pegels auf diesem Wege erreichen, und ich beschloß somit die Erreichung dieser Fundazionstiefe durch Ausbaggern der Baugrube unter Wasser zu erzielen, nachdem die Tiefe der Baugrube selbst durch die erstbegonnene Aushebungsart bis zur Tiefe von 4¹/₄ Fuß gebracht, somit zur Erreichung der vorgesteckten Tiefe für die Ausbaggerung selbst nur noch 1 Fuß Tiefe übrig blieb.

Am 22. Juni war diese Tiefe erreicht und mit ihr der zur Tragung des Bauwerkes resp. Einlegung des Betons vollkommen taugliche Baugrund, welcher aus vollkommen fest gelagertem Kies von großen Geschieben des Muschelkalkes bestand, und eine Masse von 6525 Kubikfuß aus der Baugrube geschafft, so daß nunmehr mit der Einbringung des Betons begonnen werden konnte.

Während diese Arbeiten am linksseitigen Pfeiler vorgenommen wurden, waren auch dieselben für die Fundazion des rechtsseitigen Pfeilers so wie an den beiden Widerlagern im Angriffe, wobei jedoch bemerkt werden muß, daß, während die Fangdämme für die beiden Pfeiler aus doppelten Wänden von Pfahlwerk und Dielen mit dazwischen geschlagenem sehr guten wasserhaltigen Lehm bestanden, die Versatzdämme der Baugruben der Widerlager nur aus einer einfachen solchen Wand bestanden, vor welcher gegen den Strom nur ein 4 Fuß breiter Damm aus diesem wasserhaltigen Letten angebracht war, welcher sich auch, trotz der höchst ungünstigen, sehr häufig während der Bauzeit eingetretenen Hochwässer, sehr gut bewährte.

Die Gesammtkosten für die Herstellung sämmtlicher Fangdämme, für Pfeiler und Widerlager betrugen . . . . . 5427 fl. 30 kr.

Jene für das Ausbaggern und Ausschöpfen dieser Objekte . . . . . 4303 „ 59 „

Materiale, welches zum Beton verwendet wurde, Mischungsverhältniß, Vorrichtung zur Mischung, Einbringung des Betons. — Der in hiesiger Gegend bei dem Dorfe Hausen gewonnene Mergel enthält gegen 26 Procent Thon, löscht sich auf gewöhnlichem Wege nicht ab und kömmt daher im pulverisirten Zustande zur Verwendung; er besitzt die Eigenschaft, daß er nach 2 Tagen, unter Wasser gebracht, derart erhärtet, daß er dem Drucke des Nagels kaum widersteht, nach 8 Tagen hingegen ist derselbe so vollständig erhärtet, daß man dessen Trennung nur mittelst Gewalt bewirken kann.

Dieser Kalk stand für die Bereitung des Betons zu Gebote.

Der aus dem Main gewonnene Sand besteht aus scharfeckigen Quarzkörnchen ohne alle fremden Bestandtheile und ist somit von vorzüglicher Beschaffenheit.

Zur Beimischung des aus diesen beiden Bestandtheilen gebildeten Mörtels wurden, soweit solche zu bekommen waren, klein geschlagene Ziegelsteine verwendet, da diese wegen ihrer chemischen Verwandtschaft mit dem Kalke unstreitig gegen jedes andere Material für diesen Zweck den Vorzug verdienen; wo diese nicht mehr ausreichten, wurden gewöhnliche Sandsteine verwendet.

Nachdem genaue Versuche angestellt worden waren, um zu erforschen wie groß die Quantität des Kalkes für die Beimischung dieses Sandes sei, und sich das Resultat ergab, daß die Bereitung eines vorzüglichen Mörtels aus den gegebenen Materialien ein Drittheil Kalkpulver und zwei Drittheile Sand erfordere, wurde dieser Mörtel unmittelbar an der Baustelle in ganz gewöhnlichen Kalkpfannen bereitet und namentlich auf tüchtiges Bearbeiten mit der Mörtelhaue Rücksicht genommen.

Die Menge der zu diesem Mörtel zur Erzeugung des Betons beizumischenden Steine hängt von der Größe dieser Steine ab. Je größer nämlich dieselben, um so weniger daher deren Zwischenräume sind, desto geringer ist die Masse des zur Erzielung des Betons nöthigen Mörtels, und daher um so kleiner dieselben sind, desto größer die zur Betonbereitung nöthige Mörtelmasse.

Vielseitige Versuche so wie die Erfahrung selbst zeigen aber, daß die richtige Größe dieser beizumengenden Steine jene ist, bei welcher dasselbe Mischungsverhältniß wie bei der Bereitung des Mörtels, ebenfalls auch bei Bereitung des Betons aus Mörtel und kleingeschlagenen Steinen erzielt wird, nämlich wie 1:2, welches Verhältniß dadurch erzeugt wird, daß die zum Mörtel beizumengenden Steine etwas kleiner als von der Größe eines kleinen Hühnereies geschlagen werden.

Wesentlich zur Güte des Betons trägt der Umstand bei, daß die Steine so scharfkantig als nur möglich sind

Digitized by Google

Nachdem nun dieses Mischungsverhältniß konstatirt war, begann die Bereitung des Betons selbst, unter Berücksichtigung dieses Mischungsverhältnisses, in denselben Mörtelpfannen, in welchen der Mörtel bereitet wurde; es wurde namentlich ein besonderes Augenmerk darauf gerichtet, daß durch fortwährendes starkes Umrühren mit der Kalkhaue alle leeren Räume zwischen den Steinen mit Mörtel vollkommen ausgefüllt waren, was auch vollständig gelang.

Es ist von wesentlicher Influenz für das Gelingen einer Fundazion auf Beton, daß zwischen der in die Baugrube eingebrachten Betonmasse und der Baugrubenoberfläche sich kein die chemische Bindung hinderndes Medium befinde und beide in unmittelbare Verbindung kommen, damit der Prozeß dieser chemischen Verbindung zwischen beiden Objekten ungestört erfolgen könne; dann soll auch ein Rutschen des Baukörpers verhindert werden, was leicht erfolgen kann, wenn die Baugrubenoberfläche aus lehmigen und schlammigen Theilen besteht; auch zur Verhinderung des Setzens des Baukörpers wurde diese Vorsicht nöthig.

Aus diesen Gründen wurde nun, nachdem die Baugrube des linksseitigen Pfeilers bis auf die zur Anlage des Fundamentes nöthige Tiefe ausgebaggert und gehörig geebnet war, das in Folge des Baggerns getrübte Wasser in der Baugrube einige Tage ruhig stehen gelassen, damit sich die im Wasser befindlichen, dasselbe verunreinigenden schlammigen und thonigen Theile gehörig niederschlagen konnten, um solche nicht unter die einzubringende Betonmasse zu mischen, was die Güte derselben offenbar benachtheiligt hätte.

Nach erfolgtem Niederschlag dieser unreinen Bestandtheile des in der Baugrube befindlichen Wassers wurde dieser Niederschlag mit aller Vorsicht vom Boden der Baugrube mittelst Ausbaggerung herausgenommen und nachdem nun dem von neuem hiedurch verunreinigten Wasser wiederholt Zeit gegeben wurde, seine unreinen Theile abzusetzen, wurden diese abermals durch Ausbaggerung aus der Baugrube entfernt und dies Geschäft so lange fortgesetzt, bis sich keine schlammigen oder erdigen Niederschläge auf dem Boden der Baugrube mehr zeigten.

Jetzt erst begann das Einbringen des Betons in die Baugrube, was am 21. Juni erfolgte und schon am 25. Juni vollendet ward, bei welcher Arbeit im Mittel 50 Mann beschäftigt waren.

Wie bemerkt erfolgte die Betonbereitung selbst in ganz gewöhnlichen Mörtelpfannen, und zwar ganz in der Nähe der Baugrube am linkseitigen Ufer; die Betonmasse wurde mittelst Radbahnen zur Baugrube beigefahren. Das Einbringen des Betons unter Wasser in der Baugrube, geschah durch Kästen, welche nach Fig. 1 (Blatt **128**) konstruirt sind.

Ein solcher Kasten besteht aus zweizölligen Dielen, ist im Lichten 2,85′ im Quadrat und 2,35′ hoch, enthält somit 19,08 oder 20 Kubikfuß.

Der Boden desselben besteht aus zwei Theilen ab und bc, welche Bodentheile an den Punkten a und b mit Charnieren, je zu 3 an jeder Seite des Kastens beweglich sich drehen, und sich im geöffneten Zustande, den Weg ab beschreibend, bis zum Punkte dd zurücklegen.

An der Seitenwand acfo des Kastens sowohl als an der dieser gegenüberliegenden Seitenwand befanden sich eiserne Sperrvorrichtungen ghik, welche mittelst des angebrachten eisernen Hebels lm geöffnet werden, so daß die Bodentheile ab und bc in die Lagen ad und cd zurückfallen können; zur Spannung des Hebels befindet sich bei e ein Sperrhaken. Am Punkt o befindet sich eine Transmissionsstange für die Oeffnung der Sperrvorrichtung, welche an der der Seitenwand acfo gegenüberstehenden Seite des Kastens angebracht ist. Die Ecken des Kastens sind mit starkem Eisenblech armirt. Von jeder Ecke des Kastens geht eine Kette in einen gemeinschaftlichen Punkt zusammen, um den Kasten während des Versenkens aufhängen zu können.

Die Einsenkung selbst erfolgte mittelst eines horizontalen Krahns mit einer Tragkraft von 250 Ctr., welcher auch zum Versetzen der Haustein etc. später verwendet ward. Derselbe stand auf einem nach der ganzen Länge der Baugrube leicht beweglichen Gerüste, und auf einer auf diesem Gerüste angebrachten Schienenbahn konnte er nach der Quere der Baugrube bewegt werden.

Zu Anfang dieser Arbeit war ich der Ansicht, während des Beton-Einbringens ein vorsichtiges Auspumpen der Baugrube bewerkstelligen zu müssen, um die eingebrachte Betonmasse gehörig ausgleichen, stampfen und resp. beschweren zu können; allein ich überzeugte mich nur zu bald, daß durch den hydrostatischen Druck des Wassers gegen den Boden der ausgeschöpften Baugrube und somit gegen den zum Theil eingebrachten Beton eine sehr nachtheilige Wirkung ver-

Digitized by Google

anlaßt wurde, indem dieser mit Vehemenz vom Wasser durchdrungen und viele Kalktheile ausgespült wurden.

Ich ließ daher die Baugrube vollaufen und brachte hierauf den Beton unter Wasser in die Baugrube, und zwar mit vollem Erfolge.

Der Beton war 3′/„ an manchen Stellen 4′ hoch, und enthielt die eingebrachte Masse somit für den linken Pfeiler 4449,3 Kubikfuß.

Legung der Fundamente von großen lagerhaften Keupersandsteinwerkstücken und Aufmauerung der Pfeiler und Widerlager. — Nachdem nunmehr der Beton in diese Baugrube eingebracht worden war, wurde sogleich zur Anlegung der Fundamente von großen lagerhaften Werkstücken des Keupersandsteines, deren Gewicht pro Kubikfuß im Mittel 120 Fuß beträgt, und welche, aus einem 4 Stunden von der Baustelle entfernten Steinbruche gebrochen, zur Verfügung standen, geschritten.

Zu dem Ende wurde die Baugrube ausgeschöpft, von dem sich als Niederschlag gebildeten kohlensauern Kalke sauber befreit, und schon am 26. Juni wurde der Grundstein der Brücke gelegt.

Die Verbindung der einzelnen Werkstücke dieser Grundschichte ist aus Fig. 5 (Blatt **127**) ersichtlich; die Höhe dieser Schichte beträgt 2,0′.

Schon als der Grundstein eingebracht wurde, also nach Verlauf von 5′/„ resp. 1′/„ Tagen und ohne daß der Beton eine Pressung erlitten hatte, war derselbe zu einer solchen Härte gediehen, daß die angesetzten starken Steinwinden und Hebeisen kaum im Stande waren, während deren Benützung sich nur einigermaßen in den Beton einzudrücken.

Nach Legung dieser Grundschichte wurde dieselbe auf ihrer ganzen Höhe nach der Form der Baugrube, wie solche die innern Spundwände bildeten, ebenfalls mit Beton eingegossen, so daß nunmehr das Fundament eine Höhe von 5′/„ und resp. 6 Fuß erhielt, dessen Fläche 1166,5 Quadratschuh einnahm. Während nun diese Arbeiten am linkseitigen Pfeiler fortschritten, wurde derselbe Gang der Arbeiten für die Fundazion der beiden Widerlager so wie des rechtseitigen Pfeilers beobachtet.

Nachdem nunmehr die Fundamente eingebracht waren, konnte die Herstellung der Pfeiler und Widerlager erfolgen. Von diesen bestehen die beiden Pfeiler aus Werkstücken von zugerichteten und geschliffenen grünen Keupersandsteinen des oben genannten Steinbruches, und ist ihre Verbindung aus Blatt **127** ersichtlich.

Die Widerlager und Flügel erhielten vom gleichen Materiale und gleicher Zurüstung nur Vorsetzgemäuer und besteht die Hintermauerung dieser Brückenbautheile aus einem auf dem in hiesiger Gegend bestehenden Muschelkalk als Findling unmittelbar auflagernden eisenschüssigen Keupersandstein von sehr großer Festigkeit, dessen Gewicht pro Kub. Fuß 130 Pf. beträgt.

Sowohl das Haustein- als das Bruchsteingemäuer sind mit vieler Vorsicht und nur mit dem zur Betonirung angewandten vorzüglich guten Mörtel ausgeführt, wobei bemerkt wird, daß das Hintermauerungswerk durchaus nicht in abgeglichenen Schichten gemauert wurde, sondern der ganze Mauerkörper ohne alle Berücksichtigung des Lagers hergestellt ist.

Den bei den Pfeilern und Widerlagern angewandten Ausmaßen und Materialien zufolge berechnet sich das Gewicht, mit welchem der Beton schon durch diese Bauobjekte belastet ist für:

1. den rechtseitigen Pfeiler auf	9009,7
2. für das rechtseitige Widerlager sammt Flügel:	
a) Hausteingemäuer	7720,9
b) Bruchsteingemäuer	12496,6
bei Berücksichtigung von 1/5 der Masse als Mörtel angenommen an Mörtel à 75 Pfund	2253,0
Zusammen	31480,20

Somit beträgt die Last des Mauerwerkes der Brücke bis incl. Kämpferabgleichung, mit welcher der Beton noch in dem Baujahre belastet wurde, da der Bau noch vor Winter an den beiden Pfeilern und den Widerlagern bis zu dieser Höhe gebracht wurde:

1. an einem Pfeiler	9009,7 Ctr.
2. an einem Widerlager	22470,5 „

Es ist aus der Geologie zur Genüge bekannt, daß alle neptunischen Schichtungen und Gebilde um so härter sind, je älter dieselben sind und um so größer der auf ihnen lastende Druck ist.

Da die Erhärtung des Betons einen ähnlichen Prozeß wie die von der Natur durch und in dem Wasser erzeugten Niederschläge erlitten, durchzumachen hat, der Beton auch beinahe aus ganz ähnlichen Bestandtheilen zusammengesetzt ist als dies sehr häufig bei den in Folge neptunischer Schöpfungen von der Natur geschaffenen Gebilden z. B. beinahe aller Sandsteine, Molassen

Digitized by Google

der Fall ist, so ist man wohl auch berechtiget analog anzunehmen, daß auch Beton, je älter er wird und um so größer der auf ihm lastende Druck ist, um so mehr an Festigkeit gewinnen muß, daher es auch von entschiedenem Vortheil für das Gelingen einer Fundazion auf Beton wird, wenn derselbe unmittelbar nach dessen Einlegung so stark wie nur immer möglich belastet werde.

Herstellung der Wölbung sammt Rüstung und Traverswagen.

Nachdem nun wie schon oben bemerkt Pfeiler und Widerlager bis incl. der Kämpferhöhe noch vor Eintritt des Winters hergestellt waren, wurde im nächsten Jahre mit Eintritt der günstigen Bauzeit zur Herstellung der nöthigen Rüstungen und der Wölbung geschritten. Die für die Wölbung anzuwendende, ursprünglich im Projekt gelegene Gewölbgerüstkonstrukzion, wie solche aus Fig. 2 und 5 (Blatt **126**) ersichtlich ist, konnte aus folgendem Grunde nicht in Anwendung gebracht und somit mußte eine andere die entstandenen Hindernisse umgehende Konstrukzion in Ausführung gebracht werden.

Wie aus dem Plane ersichtlich ist, sollten die Lehrgerüste auf Bockgerüste gestellt werden. Da aber während der Fundazionsarbeiten außergewöhnlich viele und hohe Wasserstände eintraten, das Flußprofil aber durch die eingebauten Fangdämme nahe an ⅔ seiner Normalbreite eingeengt war, so war es nothwendige Folge, daß sich die Flußsohle ungewöhnlich vertiefen mußte, und man war genöthiget zum Schutze der Fangdämme die durch die Hochwässer entstandenen tiefen Stellen sowohl unmittelbar an diesen als auch nach der ganzen Länge der 3 Fluthöffnungen mit großen Steinen auszuwerfen, was an manchen Stellen bis zu einer Tiefe von 7—8 Fuß erfolgen mußte.

Aus diesem Grunde konnten die zum Baugerüste nöthigen Pfähle nicht durch diese Steinmasse eingetrieben werden, weßwegen auch auf eine andere Konstrukzion zur Beseitigung des genannten Hindernisses gedacht werden mußte. Ich entwarf das in den Fig. 1 und 2 (Blatt **127**) angegebene doppelt übereinanderliegende Sprengwerk, welches als Unterlaggerüste der eigentlichen Gewölberüstung diente, dessen nähere Beschreibung wohl umgangen werden kann. Nur bezüglich der Aufstellung und resp. der Versetzung der Gerüststreben möge Folgendes angeführt werden.

Wie schon bemerkt waren alle 3 Gießbetten bis auf mehrere Fuß Tiefe ganz mit großen Steinen ausgeworfen, somit ein Eintreiben von Pfählen, um die Versetzstreben zu basiren, nicht möglich; zudem war auch der Vorgrund des Betons 4 Fuß vom Mauerkerne der Pfeiler und Widerlager abstehend; ich beabsichtigte zugleich mit Aufstellung dieser Gerüstunterlage auch das Schienengeleise für den Traverswagen und für die Versetzkrahnen unter- und oberhalb der Pfeilerköpfe mit zu verbinden; ein Einspitzen von Versetzlöchern in den mit vieler Sorgfalt ausgeführten Mauerkörper der Pfeiler und Widerlager wäre gewiß nicht zu entschuldigen gewesen, und somit mußte zu einem Auskunftsmittel geschritten werden, welches mit Umgehung aller dieser Hindernisse den Zweck zu erfüllen im Stande war.

Dies ward darin gefunden, daß der Vorgrund des Betons unmittelbar an dem Mauerkern rechts und links der Pfeiler und Widerlager im Sockel genau abgeglichen und zur Auflagerung von starken Schwellen nach der ganzen Länge dieser Baukörper und nach unterhalb und oberhalb der Pfeilerhäupter auf je 12½ Fuß hinaus, zur Aufstellung der Schienenbahn dienend, vorbereitet ward.

Nachdem nun hierauf, freilich etwas mühsam, diese Schwellen unter Wasser eingelegt waren, konnten die senkrechten Säulen, in welchen die Versetzung der Gerüstunterlage erfolgte, so wie die Rüstungen selbst, welche für die 3 Bogen zu gleicher Zeit geschah, aufgestellt werden; eben so erfolgte gleichzeitig mit diesen Wölbrüstungen die Aufstellung der Gerüste zur Tragung der Schienenbahn für die Bewegung der Traverswagen, und auch für diese Rüstung mußte, aus ganz gleichem Grunde, wie dies für die Bestimmung der aufgestellten Gerüste der Fall war, ein Sprengwerk von der im Plane ersichtlichen Konstrukzion in Anwendung gebracht werden.

Nachdem nunmehr die Rüstungen aufgestellt waren, wurde am 23. Juni das Wölben der Brücken selbst begonnen und zugleich, nachdem auch der Traverswagen aufgestellt und zwei horizontale Versetzkrahne auf diesen gebracht worden, diese Versetzvorrichtungen in Anwendung gebracht.

Obgleich die Konstrukzion des Traverswagens aus Fig. 3 und 4 (Blatt **127**) und Fig. 2 bis 20 (Blatt **128**) zur Genüge dargestellt sein dürfte, so wird es doch nicht unnöthig erscheinen, über die Benützung desselben die folgenden Erläuterungen hinzuzufügen.

Digitized by Google

Es zeigte ſich bei Benützung dieſer Maſchinerie von weſentlichſtem Nutzen, daß die am Vorder- und Hinterhaupt der Pfeiler nach der ganzen Länge des Baues ziehenden Schienenſtränge gegen ein Seitenausbiegen gehörig geſichert wurden, zu welchem Ende die beiden Geleiſe nach ihrer Quere durch die Fig. 3 (Blatt **127**) angebrachten erſichtlichen Zangen, deren Verbindung mit den Langſchwellen der Schienenbahn in Fig. 2, 3, 4 und 5 (Blatt **128**) im Detail erſichtlich iſt, eingebracht wurden. Ihre Verbindung mit der Langſchwelle iſt gleichfalls aus dieſer Figur erſichtlich. Je 3 ſolche Zangen für eine Bogenweite entſprechen dem Zwecke zur Genüge.

Der Traverswagen beſteht nach Fig. 3 und 4 (Blatt **127**) aus einem Holzgerüſte in 2 Abtheilungen, wovon der eine Theil oberhalb der Vorhäupter der Pfeiler und Widerlager, der andere unterhalb der Hinterhäupter derſelben auf je einem auf 2 gußeiſernen Rädern beweglichen Wagen ruht.

Dieſe beiden, an den Vor- und Hinterhäuptern der Pfeiler und Widerlager aufgeſtellten Gerüſttheile ſind durch eine Brücke, aus 2 Langſchwellen beſtehend, miteinander verbunden, unter welchen Schwellen je ein Sprengwerk nach Fig. 4 (Blatt **127**) angebracht iſt. Zur Verhinderung eines möglichen Einſchlagens dieſer zwei Langſchwellen ſind noch außer dieſen Sprengwerken an einer jeden derſelben 2 Spannſchienen von Schmiedeiſen angebracht, deren Verſetzung in jeder der Schwellen an dem Hirnholz derſelben mittelſt gußeiſerner Platten bewirkt und deren Konſtrukzion aus Fig. 6, 8 und 14 (Blatt **128**) erſichtlich iſt.

Auf den beiden Langſchwellen, welche in der Spurweite der auf dieſen aufzuſtellenden Horizontalkrahne voneinander entfernt liegen, ſind Plattſchienen aufgeſchraubt, auf welchen dieſe Krahne bewegt werden.

Links und rechts der Brücke ſind Wege für die zur Bedienung der Horizontalkrahne aufgeſtellte Mannſchaft nach der in Fig. 3 und 4 (Blatt **127**) und Fig. 7 (Blatt **128**) dargeſtellten Konſtrukzion angebracht.

Die Bewegung der ganzen Maſchine ſammt der an den Horizontalkrahnen angehängten Belaſtung erfolgt mittelſt Drillinge, welche an ſenkrecht ſtehenden ſchmiedeiſernen Wellen befeſtigt ſind und in das an ein ſich einander gegenüber ſtehendes Räderpaar angegoſſenes Getriebe eingreifen.

Am oberſten Punkte dieſer Wellen befinden ſich überſetzte Getriebe und ſind beide vertikal ſtehenden Wellen durch eine horizontal liegende Welle in Verbindung geſetzt, an deren beiden Enden Kurbeln angebracht ſind, ſo daß die Bewegung der Geſammtmaſchine von den Ruheplätzen aus durch die Mannſchaft erfolgen kann.

Die gleichheitliche Bewegung der Maſchine iſt ſehr zu berückſichtigen, weil ſonſt, im Falle die Bewegung bloß auf der einen oder der anderen Seite des Wagens oder nicht mit an beiden Punkten gleich groß angebrachten Kräften erfolgen würde, eine höchſt ungleichförmige Bewegung der Maſchine entſteht, welche ſehr nachtheilige Folgen haben kann.

Auf Blatt **128** iſt Fig. 9 der Querſchnitt des Wagens mit der Anſicht des Bewegungsmechanismus des Wagens durch den Drilling, der in das am Rade angegoſſene Getriebe eingreift; Fig. 10 iſt die Anſicht der Fig. 9 von oben; Fig. 11 das Rad von der Seite; Fig. 12 das Rad mit angegoſſenem Getriebe in der Anſicht; Fig. 13 Rad ohne angegoſſenes Getriebe; Fig. 15 Seitenanſicht von dem Rad an der Achſe ſammt Befeſtigung derſelben an den Wagenbäumen; Fig. 16 Anſicht von oben; Fig. 17 und 18 Büchſe für den Ruhepunkt der vertikal ſtehenden Welle; Fig. 19 Verbindung der vertikal ſtehenden Welle; Fig. 20 überſetztes Getriebe an der horizontalen Transmiſſionsſtange ſammt Kurbel.

Für die Verſetzung der Hauſteine waren 2 Horizontalkrahne auf dem Traverswagen aufgeſtellt.

Die Belaſtung dieſes beweglichen Gerüſtes durch die zum Verſetzen beſtimmten Steine betrug nicht ſelten 100 bis 120 Ctr., die gewöhnliche Belaſtung aber während des Transportes der Hauſteine belief ſich immer auf 50 bis 60 Ctr., da die beiden Krahne zu gleicher Zeit immer in Benützung waren; nur wurde darauf beſonders Rückſicht genommen, daß die aufgehängten Laſten ſowohl während des Aufhängens als während des Transportes auf dem Gerüſte möglichſt weit von der Mitte der beiden Langſchwellen der Ueberbrückung, immer gegen die beiden Enden derſelben, aufgeſtellt wurden.

Dieſe Laſten wurden ſammt dem Gerüſte nur von 7 Mann bewegt, wovon je 3 zu beiden Seiten an den Kurbeln und einer bei den Krahnen aufgeſtellt waren.

Nachdem nunmehr alle Rüſtungen und Verſetzmaſchinen aufgeſtellt waren, wurde unterm 23. Juni 1852 mit der Einwölbung begonnen und die 3 Bogen am

Digitized by Google

15. September desselben Jahres zugewölbt; es ward daher eine Steinmasse an Werkstücken von nahe 40000 Kubikschuh, welche ein Gewicht von 48000 Ctr. enthielten, auf dieser Versetzmaschine von nur 7 Mann in nicht ganz drei Monaten bewegt und resp. zum Versetzen an Ort und Stelle gebracht.

Dieser bedeutenden Belastung widerstand das zur Tragung des Wölbgerüstes eingelegte Unterfatzgerüst, wie solches in Fig. 1 und 2 (Blatt **127**) ersichtlich ist, vollkommen; nur nachdem die 8. Schichte der Wölbsteine versetzt war, wurde ein Oeffnen der Lagerfugen des Bogenanfängers von einigen Linien groß bemerkt; sogleich erfolgte aber die Belastung des Wölbgerüstes im Scheitel mit circa 250 Ctr., und wurden hierauf die Rüstkeile, welche sowohl zur besseren Abrüstung als auch zur Rektifikazion der Gerüstbogen dienend angebracht sind, angetrieben und die Bogenlinie dadurch nach ihren Abseissen und Ordinaten korrigirt.

Um das Spitzen des Gewölbes, nachdem dasselbe ausgerüstet und sich selbst zur Tragung überlassen ist, gehörig beobachten zu können, wurden vor der Ausrüstung der Gewölbe an den resp. 3 Gewölbescheiteln Punkte bezeichnet und genau relativ zu den am linksseitigen Ufer der Brücke für die Bestimmung sämmtlicher Brückentheile in Bezug auf deren Höhenlagen eingerammten Pfähle einnivellirt. Die Beobachtung der Ausrüstung erfolgte am 18. September 1852, sonach 3 Tage nach dem eingebrachten Gewölbschluß, und es ergab sich als Resultat nach der Ausschalung sämmtlicher Gewölbe, daß sich

1. der Bogen zwischen dem rechtseitigen Widerlager und dem rechtseitigen Pfeiler um 0,083′ in seinem Scheitel gehoben hatte,

2. der Scheitel am mittleren Bogen sich um 0,080′ und

3. jener zwischen dem linkseitigen Widerlager und dem linkseitigen Pfeiler um 0,200′ gesenkt hatte.

Obgleich während des Versetzens der Wölbsteine mit aller Vorsicht darauf Rücksicht genommen ward, daß das Medium zwischen den Lagerfugen mittelst feinem Kalkbrei hergestellt und zu dem Zwecke, um ein Abgleiten und Durchschlüpfen dieser eingebrachten Kalkmassen zu verhindern, alle Fugen in der Gewölbeleibung mit Thon und Lehm verstrichen wurden, und obgleich alle Gewölbsteine ganz genau nach den auf dem Reißboden in natürlicher Größe herausgetragenen eisernen Chablonen gearbeitet waren, fand doch in den Wölbleibungen ein Absplittern der Wölbsteine in Folge der außerordentlichen Pressung derselben gegeneinander, sowie das Zerspringen mehrerer Steine statt, welche Umstände jedoch durchaus kaum sichtbar und auch nicht die mindesten nachtheiligen Folgen für den Bau nach sich zu ziehen im Stande waren.

Aufmauerung der Gewölbschenkel des Gewölberückens sowie der 4 Flügel, dann Sicherung des Gewölbes gegen die von oben eindringende Näffe. — Nachdem nunmehr das Gewölbe ausgeschalt und die Gerüste beseitigt waren, wurde sogleich mit Ausmauerung der Gewölbschenkel und Uebermauerung der beiden Widerlager begonnen, und zwar erfolgte dies auf die im Längendurchschnitte der Brücke Fig. 2 (Blatt **126**) angezeigte Höhe und Abgleichlinie aus Bruchsteinen der oben schon angegebenen Gattung.

Das Vorsatzgemäuer an den Gewölbschenkeln besteht aus Materiale desselben gelben Sandsteines, jedoch nach genau im Lager und Stoß zugerichteten Hausteinen, dessen sichtbare Stirne mit einem 0,1′ breiten Schlag versehen, dessen übriger Theil aber gekrönelt ist.

In unmittelbarer Verbindung mit diesem Gewölbschenkel und der Aufmauerung der Widerlager gegeschah auch die Aufmauerung der 4 Flügel des Vorsatzmauerwerks in Bezug auf Materiale, Größe und Arbeit jenen an den Widerlagern angewendeten ganz konform, während die Hintermauerung derselben aus dem für alle Hintermauerungen der Brückentheile angewendeten Materiale und Bindemitteln besteht.

Auch zum Versetzen der sämmtlichen Materialien dieser Bautheile wurde das Versetzgerüste sammt den Krahnen mit Erfolg in Anwendung gebracht.

Nunmehr erfolgte die Herstellung eines Gusses von 0,8′ im Mittel dicken Beton nach denselben Mischungsverhältnissen und mit denselben Materialien, wie solche zum Beton der Fundamente angewendet wurden, über den ganzen Rücken der Gewölbe und der beiden Widerlager nach der, die Oberfläche dieser Bautheile bildenden Linie, und es wurden zum Behuf der Ableitung des von oben einsickernden Wassers an jedem Pfeiler 4 gußeiserne Röhren eingelegt, wie dies in Fig. 2 (Blatt **126**) ersichtlich ist; eine Einrichtung, die sich vollkommen bewährt hat.

Digitized by Google

Herstellung des Bekrönungsgesimses, der Brüstung, der Trottoire und der Pflasterung. — Das Bekrönungsgesimse (Fig. 21 Blatt **12**), so wie die Brüstungen bestehen aus denselben grünen Sandsteinen mit geschliffenen sichtbaren Flächen, wie solche bei den Pfeilern, Widerlagern, Wölbsteinen und Flügeln verwendet sind.

Die Trottoirs bestehen aus einem 5 Stunden vom Bauplatze entfernt gebrochenen porösen Kalkstein von großer Härte.

Die Fahrbahn ist mit Muschelkalksteinen gepflastert; zwischen der Fahrbahn und jedem Trottoire liegt eine Wassergosse aus gehauenem porösen Kalkstein.

Beide, sowohl Trottoirs als Pflaster haben von der Mitte der Brücke aus gegen die Widerlager eine Neigung von 0,5 Fuß, so daß die Fahrbahn so wie die Trottoirs in Mitte der Brücke um 0,5 Fuß höher liegen als an den beiden Widerlagern.

Sicherung der Brückenfundamente gegen etwaige Unterspülung — Wie schon oben bemerkt wurde, ist es bei Gründung eines Bauwerkes im offenen Flusse auf Beton nöthig, dasselbe gegen mögliche Unterspülung zu sichern.

Diese Vorsichtsmaßregel wurde hier durch nachfolgend beschriebene Anlagen in Ausführung gebracht.

Die zur Bildung der Fangdämme eingetriebenen Spundwände an den beiden Pfeilern wurden bis unter dem niedrigsten Wasserstande unter Wasser abgeschnitten und der Raum zwischen denselben mehrere Fuß tief ausgebaggert, dann mit großen, lagerhaften Bruchsteinen ausgefüllt und die Oberfläche in Kalkmörtel gepflastert.

Hierauf erfolgte die Eintreibung einer oberhalb und unterhalb der Brücke nach der ganzen Breite des Stromes ziehenden Spundwand, welche aus eichenen, einen Schuh im Durchmesser haltenden Spundpfählen und 0,5′ dicken eichenen Spunddielen gebildet ist, so zwar, daß jene Pfähle auf je einen Fuß lichten Abstand stehen, und zwischen ihnen die Spunddielen in Nuth und Falz eingeschoben sind. Beide, sowohl Spundpfähle als Spunddielen, sind mit starken eisernen 18 und beziehungsweise 12 Pfund schweren Federschuhen armirt und mit der Kunstramme eingetrieben.

Gleiche Spundwände wurden um die beiden Widerlager und deren Flügel eingerammt.

Vor jedem der beiden Pfeilervorhäupter wurden Spundpfähle von der so eben beschriebenen Konstruktion in Form eines Dreieckes, dessen Höhe 30 Fuß von der Stirn der Pfeiler entfernt liegt und dessen Basis in der Verlängerung der durch die ganze Breite des Stromes ziehenden Spundwand liegt, angebracht.

Die von diesem Dreiecke begrenzte Fläche wurde, nachdem die sämmtlichen eben beschriebenen Spundwände bis unter den niedrigsten Wasserstand abgeschnitten waren, mehrere Fuß tief ausgebaggert und ebenfalls mit lagerhaften großen Steinen ausgeworfen.

Das Abschneiden der nach der ganzen Strombreite durchziehenden Spundwände erfolgte für jede Durchfluthöffnung in Form eines Kreissegmentes, dessen sin. vers. 1,5 Fuß beträgt.

Die Fluthöffnungen zwischen den beiden oberhalb und unterhalb der Brücke geschlagenen durchlaufenden Spundwänden wurden nach ihrer ganzen Tiefe, welche durch das Einengen des Flußprofils, durch die Fangdämme und die häufig stattgehabten Hochgewässer sich im Mittel bis auf 5—6 Fuß zeigte, bis zur Oberfläche der nach Segmentform abgeschnittenen Spundwände ebenfalls mit großen lagerhaften Steinen ausgeworfen.

Auf diese Art war nun ein nach der ganzen Breite des Stromes durchziehendes Fundament gebildet und jede Möglichkeit einer Unterspülung beseitiget.

Um eine Beschädigung des so angelegten Schutzes durch abnormes Kolken vor und hinter den beiden Pfeilern, welche in Folge der gleich anfangs erwähnten Situazion wegen der von zwei verschiedenen Richtungen kommenden Fluthung nicht ganz genau an ihrer Stirne von der anprallenden Fluth und dem Eise getroffen werden, zu verhindern, wurden Steinbuhnen nach der in Fig. 3 (Blatt **12**) im Grundrisse und Fig. 6 im Querschnitte ersichtlichen Art angebracht, welche sich vollkommen bewährten.

Durch die auf eben beschriebene Art zu Stande gebrachte Sicherung der Brücke vor Unterspülung wurde auch der sehr wesentliche Vortheil erzielt, daß Stromrinne sowohl als Stromstrich der durchfluthenden Wassermasse in der Mitte der Gießbette liegt, somit die Pfeiler und Widerlager von dieser und dem Eise am wenigsten berührt werden.

Während des Bestehens dieser Brücke erfolgten

Digitized by Google

nicht unbedeutende Hochgewässer und Eisgänge, wodurch dieselbe auch nicht im Geringsten an keinem ihrer Theile beschädiget wurde und es zeigte sich bei diesen Gelegenheiten auch, daß diese Brücke auch bezüglich ihrer Dimensionen sowohl als ihrer Stellung, welche letztere wegen der hier stattfinden Oertlichkeit eine schwierige war, vollkommen entspricht, was auch allgemein anerkannt wird.

Zelger
Königl. bayr. Bezirksbauinspector.

Die Villa Pantchoulidzeff in Traunkirchen am Gmundnersee in Oberösterreich.

Entworfen und erbaut von Theophil Hansen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt **135—138**.)

Im Jahre 1852 erhielt ich von dem Fräulein von Pantchoulidzeff den Auftrag zum Bau einer Villa in dem kleinen nur von Landleuten bewohnten, jedoch in reizender Lage auf einem vorspringenden Felsen am Gmundner- oder Traunsee sich erhebenden Orte Traunkirchen. Die Bauherrin, eine hochgebildete Dame aus den vornehmsten Familien Rußlands, beschloß nebst ihrem Fräulein Schwester ihren beständigen Aufenthalt in dieser schönen Gegend zu nehmen und kaufte zu diesem Zwecke in dem genannten Orte einen Bauplatz, den sie sehr glücklich zu wählen verstand, denn es beherrscht derselbe bei seiner hohen Lage alle Gebäude des Dorfes und man genießt von ihm den bezaubernden Anblick über die großartige und reiche Landschaft mit dem pittoresken Traunstein jenseits des Sees und den sich an ihn anschließenden Bergen des Salzkammergutes, die im Hintergrunde von den steirischen Alpen begrenzt werden.

Die nach den Bedürfnissen und den Wünschen der Bauherrin bemessene Einrichtung des Gebäudes ist aus den Plauen auf Blatt **137** u. **138** ersichtlich. Durch den Haupteingang tritt man in ein kleines Vestibule, von dem man zu sämmtlichen Räumen und zu der Stiege nach den oberen Steckwerken gelangt, wovon das erste die Lokalitäten für die Damen des Hauses, das zweite aber drei Gastzimmer enthält. Der noch um eine Etage sich höher erhebende Thurm gewährt dem oben angedeuteten Ueberblick über die romantische Gegend eine noch größere Ausdehnung. Sämmtliche Räume des Hauses werden von dem im Kellergeschoß angelegten Ofen mit erwärmter Luft beheizt.

Die Umfassungsmauern sind von den in der Nähe von Traunkirchen brechenden Quadern erbaut, Fenster- und Thürbogen aber sind mit Ziegeln gemauert, keine der Faßaden ist mit Mörtel geputzt, und es ist an denselben jede kostspielige, hier auch überflüssige Dekorazion vermieden worden.

Die Terrassengeländer, die Statuetten und Vasen der Hauptfaßade, so wie der im Garten stehende Brunnen sind von gebranntem Thon aus der vortrefflichen Fabrik des Hrn. Miesbach zu Inzersdorf bei Wien, welche Erzeugnisse wegen des ausgezeichneten Materials, das in der Umgebung dieser Residenz gefunden wird, von allen derartigen Etablissements der Gegend in so vorzüglicher Güte geliefert werden, daß man sie zu allen jenen Bautheilen verwenden kann, zu denen man in andern Gegenden den natürlichen Stein gebrauchen muß. Die freien aus Portlandcement hergestellten Terrassen liegen auf Gewölben, die Dächer sind mit den landesüblichen Schindeln gedeckt worden.

Der Kostenanschlag für dieses Gebäude berechnete sich auf 21.000 fl. K. M.; doch übernahm der Maurermeister Hr. Weinberger in Linz die Ausführung für die Summe von 19.000 fl., für welchen Betrag er alle Arbeiten, mit Ausnahme der innern Dekorazionen, zur Zufriedenheit der Bauherrin und des Architekten vollendet hat.

Digitized by Google

Die Baukunst der Kirchen und Klöster im Orient.

(Mit Zeichnungen auf Blatt **139—154** und auf Seite 351.)

Keine Instituzion der christlichen Kirche war in so hohem Grade Gegenstand der Kontroverse als die der Mönchsorden. Nachdem sie mehr als 13 Jahrhunderte hindurch als der höchste Ausdruck des katholischen Glaubens verehrt und geschätzt wurde, sahen sich die Klöster im 18. Jahrhundert von der Philosophie angegriffen und in Trümmer zerschmettert, so daß sie dem Anscheine nach nie wieder zu ihrem früheren Ansehen gelangen werden. Es ist natürlich hier der Ort nicht, bereits geendete Diskussionen darüber wieder aufzunehmen; wir können auch keine Metaphisik über die klösterlichen Einrichtungen schreiben, sondern wir wollen es nur versuchen, den Anfang und den Fortschritt der kirchlichen Baukunst darzustellen, die sich unter ihrem Einfluß entwickelte, was uns indessen der Mühe nicht überhebt, eine Uebersicht des Entstehens der Mönchsorden voranzuschicken.

Diejenigen Ideen, welche das Mönchsleben ursprünglich einleiteten und begründeten, waren nicht erst mit dem Christenthume entstanden, sondern fanden sich schon, mehr oder weniger ausgebildet, in den religiösen Ansichten alter Völker vor. Wo nur irgend in einem Lande der religiöse Glauben seinen Einfluß geltend machte auf Reinigung des Lebens, da suchte man sich loszusagen von den Genüssen sinnlicher Lust und frei zu machen von der Herrschaft irdischer Bedürfnisse. Und im Morgenlande namentlich, wo das heiße Blut so oft zu rascher That verführte, wo eine schwärmerische Reue unmittelbar der Versündigung folgte, da war es, wo man nicht allein der besonnenen Vernunft den Zügel anvertrauen mochte, sondern durch fast gewaltsame Mittel sich zur Tugend zwang. Da suchte man sich durch Einsamkeit vor den Einflüssen der bösen Welt, durch Fasten, Kasteien, ununterbrochene Andachtsübungen und fromme Betrachtungen vor dem Verführer im Herzen zu bewahren. Und wenn diese Einsamkeit mit ihren Bußübungen oft im Geräusch der Städte unterbrochen oder gestört ward, so lag der Entschluß so fern nicht, hinauszuziehen in die Wüste und durch Entbehrungen mancherlei Art, welche das neue Verhältniß mit sich brachte, die Verdienstlichkeiten dieses Unternehmens noch zu erhöhen. Dorthin folgte ihnen um so mehr die Verehrung des Volkes, je mehr sie darauf ausgingen, nicht bloß die sinnliche Lust zu ertödten, sondern auch geflissentlich das Gefühl sinnlicher Unlust zu erwecken, und je weniger dies die Menge begreifen konnte, welche in jenen heißen Ländern, durch so viele Erfahrungen überzeugt, die Befriedigung seiner Wollust für unwiderstehlich halten mußte. Daher hat es schon früh nicht bloß in Indien Büßende und Mönche gegeben, auch in den Mysterien der Griechen finden sich nicht undeutliche Spuren mönchartiger Bußübungen, während uns in der Lehre des Pythagoras, was namentlich den äußeren Kultus betrifft, eine auffallende Aehnlichkeit mit den Sitten und Gebräuchen christlicher Mönche entgegentritt. Das lange Stillschweigen, die höchst einfachen Genüsse, die vorgeschriebene Kleidung, die strengen Selbstprüfungen geben davon ein unverwerfliches Zeugniß. Rechnen wir dazu noch eine Gemeinschaft der Juden, welche sich deutlich genug als eine vorchristliche Mönchsgenossenschaft ankündiget, nämlich die Essäer oder Essener, so werden wir uns des Gedankens nicht erwehren können, daß es mönchsartige Institute schon vor Christo gegeben habe; doch müssen wir, um sogleich allen irrigen Folgerungen, welche aus dieser Ansicht getroffen werden könnten, zu begegnen, sofort erwähnen, daß dennoch die Klostereinrichtungen der christlichen Vorzeit in keinem Zusammenhange stehen mit jenen Sitten und Gebräuchen einzelner Sekten bei Indiern, Griechen und Juden, und daß keineswegs die Behauptungen der Mönche ihren Grund haben, welche, um ihre Institute mit dem Heiligenschein eines hohen Alters zu umgeben, den Ursprung ihrer Klöster in unmittelbarer und ununterbrochener Folge bis auf jene vorchristlichen Anstalten hinaufführen wollen. Eben so wenig können wir in den ersten Christengemeinden der apostolischen Zeit Klosterheilige finden, und was man auch gefabelt hat, namentlich von einer Regel, welche schon Markus aufgesetzt habe, die Geschichte weiß von keiner Klostergemeinde des ersten Jahrhunderts nach Christo. Erst als in der Regierungszeit Konstantins die heidnischen Glaubenslehren vor der Moral des Christenthums verschwanden, verließen einige von frommem Eifer erfüllte Männer das öffentliche Leben uud flüchteten in die entlegen-

Digitized by Google

ſten Einöden, um ſich daſelbſt frei den religiöſen Betrachtungen zu widmen; die Strenge ihrer Sitten, die harten Entbehrungen, welche ſie ſich auferlegten, das Nichtachten aller Güter dieſer Welt zogen ihnen die Verehrung der Völker zu; ſie wählten zu ihrem Aufenthalt anfänglich die Wüſten Aegyptens und ſpäter die Ufer des todten Meeres und des Jordans. Dieſe Beiſpiele belebten bald die Thebais und Aſien; das nicht minder als der Orient bewegte Europa nahm ſie mit demſelben Intereſſe auf, und mit reißender Schnelligkeit vermehrte ſich ihre Anzahl. Die Aseeten oder Eremiten lebten gänzlich voneinander abgeſondert in Grotten oder ärmlichen Hütten, die ſie von Baumzweigen oder von trocknem Steinmauerwerk errichteten; Andere, welche dem Inſtinkt der menſchlichen Geſelligkeit folgten, näherten ihre Zellen aneinander, um ſich gegenſeitig zu unterſtützen und ſich zu religiöſen Uebungen zu vereinigen. Dieſe nannte man Mönche. Sie fühlten bald das Bedürfniß in einer gemeinſamen Wohnung zu leben, und das iſt der Urſprung des Koenobiums.

Das Inſtitut des Kloſterlebens, das ſo viel Einfluß auf die damalige Politik ausübte und ſo mächtig zum Fortſchritt der chriſtlichen Religion beitrug, war der modernen Geſellſchaft nicht minder nützlich, indem es ihr alle Tradizionen der menſchlichen Kenntniſſe dadurch erhielt, daß es die Kultur pflegte, Wiſſenſchaft verbreitete, Kunſt und Induſtrie förderte. Dieſes den Alten unbekannte, auf ganz neue Ideen ſich ſtützende Leben führte natürlich diejenigen Menſchen, welche ſich ihm widmeten, dahin, ſich alles dasjenige zu verſchaffen, was zur Verwirklichung ihrer Zwecke erforderlich war. Die Baukunſt war eines ihrer dringendſten Bedürfniſſe, ſo wie auch ein ſicheres Mittel neue Jünger an ſich zu ziehen, indem ſie ihnen Schutz und Obdach gegen das Elend jener Epoche der Verwüſtungen und der beſtändigen Kriege, der Vernichtung des Wohlſtandes und des Verfalles der ſocialen Verhältniſſe bot. Die verſchiedenen zur Errichtung von Klöſtern und ihrem mannigfachen Zubehör erforderlichen Gebäude nahmen eine eigenthümliche Phyſiognomie an und boten neue Einrichtungen, die irgend anderswo nicht Eingang fanden, weil ſie aus Bedürfniſſen und Verrichtungen hervorgingen, welche bis dahin unbekannt waren; es war alſo eine ſpecielle Kunſt, welche die Mönche erſchufen, die man mit Recht die Kloſterbaukunſt benennen kann.

Den Eremiten des Orients dienten der heilige Markarios, der heilige Antonius, der heilige Hilarion als Leitſtern; ſie verdankten dem heiligen Pakomius ihre erſten Inſtituzionen, welche alle vereinzelnte Elemente dieſes neuen Lebens zu einem Ganzen verknüpften. Später nahmen die zahlreichen Mönche, welche ſich in allen Provinzen des orientaliſchen Kaiſerreichs verbreiteten, am Schluſſe des 4. Jahrhunderts die vom heiligen Baſilius vorgeſchriebene Regel an; ſie wurde die Grundlage des Koenobiums, als die Klöſter der griechiſchen Kirche errichtet wurden, und noch heutigen Tages wird ſie in allen Gegenden des Orients und des Nordens beobachtet, welche dem Ritus dieſer Kirche angehören.

Das Abendland, das unter der Leitung oder dem Einfluß des heil. Athanaſius, der Heiligen Ambroſius, Honorat, Martin, Hilarius von Mönchen belebt wurde, vereinigte dieſe zuerſt nach den Regeln des heil. Kolumbanus und des heil. Ferreolus; diejenigen, welche das Eremitenleben dem Beiſammenwohnen vorzogen, nahmen ſpäter die Disciplin des Grimlaïc an. Im 6. Jahrhundert ſchrieb der heil. Benedikt ſeine Regel in Italien, die ſchnell über das ganze Abendland verbreitet und viele Jahrhunderte hindurch beinahe die einzige war, welche ausgeübt wurde. Die von dem heil. Benedikt in den Klöſtern eingeführte Pflege der Wiſſenſchaften und Künſte trugen gewaltig zum Aufblühen der Etabliſſements dieſes Ordens bei, und in Folge des Eifers der Gründer und der Aebte vereinigten die Kloſterkirchen und die Hauptgebäude der Klöſter bald alle Schätze des menſchlichen Wiſſens in ſich.

Der Orient befand ſich auf demſelben Wege als Kaiſer Leo der Iſaurier in der Mitte des 8. Jahrhunderts ſeine bilderſtürmenden Edikte unter dem Vorwande herabſchleuderte, daß die Bilder die dem Schöpfer ſchuldige Ehrfurcht beeinträchtigten; die Klöſter des Reiches wurden ihrer zahlreichen und koſtbaren Dekorazionen beraubt, welche durch dieſe barbariſchen Edikte verſtümmelt wurden, und vielleicht iſt dieſer Umſtand die Urſache des Stillſtehens der Kunſt im Orient. Das weiſere Abendland theilte die Irrthümer der Inoklaſten nicht und zog aus den vielen dadurch veranlaßten Einwanderungen von griechiſchen Künſtlern den Vortheil, daß ſich ſeine Kirchen mit den Erzeugniſſen ihrer Kunſtübung bedeckten, und in jener Zeit war es auch, daß ſich im Abendlande die über die byzantiniſche Architektur bereits verbreiteten Begriffe vervollſtändigten.

Um dieſelbe Zeit gründete Chrodegang, Biſchof

Digitized by Google

von Metz, die Klöſter der Kleriker, indem er die Kanoniei einer Regel unterwarf, die zum großen Theil auf der des heil. Benedikts gegründet war, und von nun an erhoben ſich Kollegialkirchen, dann regelmäßige Kapitelſäle neben den Kathedralen.

Das 11. Jahrhundert ſah die mächtigen Orden von Citeaux, Cluny, die regelmäßigen Chorherren der Auguſtiner, die Karthäuſer und endlich die militäriſchen Orden entſtehen, deren Aufgabe es war, die zahlreichen Pilgrime zu beſchützen, welche die heiligen Orte beſuchten, und das Grab Chriſti gegen die Bekenner Mahomets zu vertheidigen. Es waren dies neue Veranlaſſungen zur Entwicklung der klöſterlichen Baukunſt. Im 13. Jahrhunderte mehrte ſich die Zahl der geiſtlichen Orden; Franz v. Aſſiſi ſtiftete die Franziskaner oder den Orden der Minoriten, welche ſich nachher in Kapuziner, Franziskaner u. ſ. w. zerſpalteten; dem heil. Dominikus verdankte man die Predigerbrüder Dominikaner oder Jakobiner; auch die Auguſtiner ſtammen aus dieſer Zeit her. Als der heil. Ludwig aus dem heil. Lande die Mönche des Berges Karmel mitbrachte, vermehrten ſich die Karmeliter im Abendlande, und endlich vervollſtändigten die im 15. Jahrhundert geſtifteten Franziskaner mit den vier vorhergehenden Orden die Reihe der Bettelmönche. Im 13. Jahrhundert entſtanden auch die Cöleſtiner, Mathurianer oder Trinitarier ꝛc. Das Ende des Mittelaltees und die neuere Zeit ſahen eine große Anzahl von Oeden entſtehen, unter ihnen die vorzüglichſten: die Paſſioniſten, Hoſpitaliter, Sylveſtrianer, Kamaldulenſer, Trappiſten, Barnabiten, Jeſuiten, Bernhardiner, Prämonſtratenſer u. ſ. w. Die weiblichen Orden theilten ſich in Benediktiner, Auguſtiner, Dominikaner, Karmeliter, Kapuziner, Apoſtoliner, Urſeliner u. ſ. w. —

Die vielen Mönche, welche ſich zuerſt in Afrika, dann in Aſien und Europa der antiken ausgearteten Civiliſazion gegenüber feſtſetzten, entnahmen der letztern mehr als eine Architekturform; ſie nahmen ſelbſt ſehr häufig zu ihrem Gebrauch Beſitz von den heidniſchen Tempeln, wovon man viele Beiſpiele in Aegypten und Nubien, Griechenland und Rom findet. In Nubien und Abyſſinien erkennt man an den Ruinen der Tempel von Talmis, Dekkeh, Eſſabua, Tefah, Ibſambul die Veränderungen, welche daran von den Mönchen ſind vorgenommen worden, um ſie in Kirchen zu verwandeln, als der heil. Frumentius, Biſchof von Axum, im Jahre 330 unter der Regierung Konſtantins die Bewohner jener Gegenden zum Chriſtenthum bekehrt hatte. Der Pronaos des Tempels auf der Inſel Philä in Oberägypten hat noch drei chriſtliche Inſchriften, die zum Andenken an den Abt und Biſchof Theodor angebracht ſind, unter welchem dieſer Tempel zu einer chriſtlichen Kirche umgeſchaffen wurde. Die Mönche hatten ſich ohne Zweifel ganz in den Beſitz der ägyptiſchen Bauwerke der Inſel geſetzt, denn einer andern Inſchrift zufolge reſtaurirte derſelbe Abt die Mauern des Quais. In Griechenland und Aſien verfuhren die Mönche ganz auf dieſelbe Art.

Von den Städten entfernt war die Wahl des Bauplatzes leicht, doch konnte man auch nicht immer nach Belieben verfahren; ſo wurden in Aegypten die Klöſter an Orten angelegt, wo ſich die Einſiedler niedergelaſſen hatten, und folglich fand man in den ſandigen Wüſten keine höhere Vegetazion, keine Spur von einem Wege, und oft war gar nicht einmal die Möglichkeit vorhanden den Boden zu kultiviren. In Aſien waren es die religiöſen Erinnerungen an den Berg Sinai und den Berg Karmel, an die heiligen Orte und die Apoſtel, welche die Gründung der Klöſter beſtimmten. Der Athos in Makedonien bedeckte ſich mit Einſiedeleien und Klöſtern; in Theſſalien legten die Mönche, um den Barbaren auszuweichen, ihre Etabliſſements auf den Gipfeln unbeſteiglicher Felſen an, zu denen man nur auf langen Strickleitern gelangen konnte. Außerdem waren es das Grab eines Heiligen, eine Stelle, welche er bewohnt, der Oet, wo er als Märtyrer gelitten, welche Veranlaſſung zur Gründung eines Kloſters gaben. Ein anderes Motiv war das Bedürfniß der frommen Könobiten, Civiliſazion und Kultur in ſolche Gegenden zu verpflanzen, wo ſie noch nicht Wurzel gefaßt hatten. Ein Geſchenk, das man einer heiligen Perſon, einem Prälaten, einem vorher errichteten religiöſen Gebäude machte, wurde der Urſprung einer neuen Kolonie, und endlich wählte der Gründer manchmal ſelbſt die Lage, die er für die zweckmäßigſte für ſein frommes Unternehmen hielt. Wo Klöſter gegründet waren und ſich eines gewiſſen Wohlſtandes erfreuten, ſiedelten ſich einzelne Mönche in der Nähe derſelben in Zellen an. So ſind die reichen Klöſter des Berges Athos mit ſolchen Anlagen umgeben, welche in unſeren Tagen kleine, zwiſchen bebauten Feldern liegende Meiereien bilden, die von den Mönchen bewirthſchaftet werden. Der Bewoh-

Digitized by Google

ner der Zelle steht unter dem Kloster, von dem er die Zelle und das Feld kauft; er ist aber nur Nutznießer und kann das Eigenthum nicht verkaufen; er wählt sich einen Adoptivsohn, der sein Erbe wird, und im entgegengesetzten Falle fällt es an das Kloster zurück. Jede Zelle hat den Namen eines Heiligen. Gewöhnlich stehen die Zellen abgesondert voneinander; man sieht aber auch solche, welche Weiler von 7 oder 8 Häusern bilden, deren Bewohner ein bedeutendes Terrain gemeinschaftlich bearbeiten. Andere wiederum sind so zahlreich, daß sie wirkliche Dörfer von 50 und mehr Zellen bilden, die man „Skites" nennt, wahrscheinlich von Sketh, einem Theil Aegyptens, der ehemals von koptischen Mönchen bewohnt und kultivirt wurde. Fig. 1 u. 2 (Blatt **139**) sind Ansichten von solchen Mönchdörfern auf dem Berge Athos. Man kann diese Weiler oder Dörfer, die aus Mönchszellen bestehen, die ohne Symmetrie gruppirt sind, als den Ursprung der Laura's (λαύρα) oder der ersten Klöster des Orients betrachten. Die Klöster des Abendlandes waren anfänglich in ähnlicher Art angelegt.

Der Name heil. Laura hat sich in dem Hauptkloster des Berges Athos, wovon Fig. 4 einen Grundriß gibt, erhalten. In dieser Figur ist A der Eingang, B eine Kapelle, C Gastzimmer, D die Kirche, E ein Kreuzgang, F ein Brunnen, G das Refektorium, H die Küche, I Zellen, K Nebengebäude, L Gemüsegarten, M ein Thurm.

Bald kam indessen Ordnung und Symmetrie in die Anlage der Zellen; die Idee sie einander zu nähern, sie um einen gemeinschaftlichen Platz zu gruppiren, entstand im Orient. Dennoch lebten die Mönche in den Lauren als Anachoreten, jeder in seiner Zelle, und selten hatten sie Zusammenkünfte. Manebant seperati, sed junctis cellulis, sagt der heil. Hieronymus. Die spätern Kartheuser hatten Aehnlichkeit mit den Lauren. Der heil. Gerasimus stellte mitten in das von ihm in der Wüste des Jordans gestiftete Laura ein Kloster, wo diejenigen, welche sich dem Mönchsleben widmeten, gemeinschaftliche Religionsübungen hielten und sich so zu einer größern Vervollkommnung vorbereiteten.

Nach und nach wurde das Zusammenleben der Mönche zur Regel; das abgeschiedene Leben der Einsiedler war der menschlichen Natur zu sehr zuwider, als daß das Bedürfniß der Gesellschaft, die Vereinigung der gemeinschaftlichen Hilfsmittel, die Oekonomie, die Erfordernisse der Disciplin, der den kirchlichen Ceremonien zu gebende Pomp und noch viele andere Ursachen die Geistlichen nicht darauf geführt hätte.

Im Orient nannte man „Mandra" (Schäferei) die gesammten Bauwerke, welche dazu gehörten, um darin alles dasjenige zu vereinigen, was zum gemeinschaftlichen Leben erforderlich war; der Coder Justinianus nennt asceteria die zu den heiligen Uebungen des Geistes bestimmten Klöster. —

Die Klöster in der Türkei liegen im Allgemeinen an Orten, die von den großen Straßen entfernt sind; es ist selten, daß man solche in Städten oder in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft sieht, wie es in Thessalien, Niederalbanien und Thrakien der Fall ist; bei Olassona beherrscht ein Kloster die Stadt; Meskowa und Tatarbasardschick besitzen jedes ein Kloster; die Insel des Sees Janina ist mit Klöstern besäet. Sonst überall, jedoch mit Ausnahme einiger griechischen, liegen die Klöster in Bergschluchten und oft in Wäldern versteckt; alle sind mit Mauern umgeben und oft in vertheidigungsfähigen Zustand versetzt.

Diese Klöster haben außer ihrer eigenen Bestimmung als geistliche Institute auch noch die Verpflichtung Kranke und alte Leute beiderlei Geschlechts aufzunehmen, was wahrscheinlich von dem sehr allgemeinen Gebrauche herstammt, die Kranken in die Klöster zu bringen, damit sie durch das Gebet geheilt werden. Da auf der andern Seite der größte Theil der Klöster arm ist und sie oft nur je zwei, drei oder fünf Mönche enthalten, so ist es sehr natürlich, daß die Rekokomien oder Klosterspitäler sich auf eine geringe Anzahl reduciren, die sich besonders in der griechischen Türkei befinden. Das reichste und im besten Rufe stehende ist das des heil. Naum am Ochridasee in Albanien, welches stets einen Bestand von mehr als 50 Kranken beiderlei Geschlechts hat; andere sind das Kloster der Mutter Gottes (Bagorodiza) im obern Thal von Partzelisa östlich von Lisiza am Kastoriasee; das des heil. Elias, das vor mehr als 400 Jahren nördlich von Janina gestiftet wurde.

Die Klöster in diesem Lande theilen sich bezüglich ihrer Verwaltung in „Evoriaka"und „Stavropigia." Die ersten werden manchmal von den Bischöfen wie ein Privatbesitz verwaltet, während die übrigen, obgleich unter der Abhängigkeit der Patriarchalkirche unter der Aufsicht der Nachkommen ihrer Gründer stehen. In den Donau-

Digitized by Google

fürſtenthümern gibt es Klöſter, die zu denen des Berges Athos und des heiligen Grabes gehören.

In Epirus und in Makedonien finden ſich Klöſter in gröſterer Anzahl, während in Bulgarien und Thrakien nur wenige, in Bosnien und in der Herzegovina aber noch weniger vorhanden ſind; Serbien und die Walachei dagegen beſitzen viele rein ſlaviſche oder walachiſche Klöſter.

In Bulgarien ſind mehrere Klöſter auf dem Balkangebirge verſteckt, unter denen wir die vier folgenden anführen. Das zur Himmelfahrt Mariä (Uspenie Bogoroditzi) in dem waldigen Engpaß des kleinen Iſker, nördlich von Viktar; Kaludſcheritza in der Felſenſchlucht von Trojan an der Osma; Batoſchewo bei Dragiortzi, und Bogoroditza (Mutter Gottes) am Fuß des Kalkhügels nördlich von Kolutola zwiſchen Selvi und Eabrova. In den Gebirgen, welche Bulgarien von dem Hochlande des obern Möſiens trennen, findet man auch einige Klöſter, beſonders in der Umgebung von Pirot; eines der höchſt gelegenen iſt das des heil. Nikolaus am Fuße des Bolava-Planina, zwei Stunden nordöſtlich von Piret.

In Thrakien gibt es beſonders Klöſter am Eingang der Schlünde des Rhodopos und in den nahen Gebirgen Eski-Sagra und Kalofer; auch führt man Monaſtir Koi bei Silivri an. Die renommirteſten ſind die von Stanimak und Karlova in dem Despoto-Dagh unfern von Philippopolis. Südlich von Tatar-Bafardſchik ſoll ſich in derſelben Gebirgskette ein bedeutendes Kloſter finden.

In Makedonien iſt eine Anzahl von Klöſtern in Gebirgen zerſtreut, von denen wir aber nur die folgenden kennen: des heil. Vaters in dem Rile-Dagh; das bei Nevrekub; des St. Johannes an dem Abhange des Berges Manikien bei Seres; des heil. Vaters zu Leſno zwiſchen Karatowa und Iſtib; das Kloſter unſern Kuprili an dem Vardar; Bukowa, eine halbe Stunde von Monaſtir; auf der Inſel des Sees Preſpa; Diavat und heil. Naum am öſtlichen Ufer des Sees Ochrida; St. Dionyſios auf einem Strebepfeiler des Olymp weſtlich von Katrin; des heil. Paulus zwiſchen Galatziſta und Baſilika in Chalkis, und endlich die Klöſter des Berges Athos.

In Theſſalien ſind die Abhänge des Pelion ſtark mit Klöſtern beſetzt, deren namhafteſten ſind: St. Georg ſüdlich von Veleſtina; St. Lorenz unfern Volo; St. Eulimia in Kortos bei Argalaſti, und St. Demetri. An dem See Daukli liegt das Kloſter des heil. Anaſtaſios; bei Xyloparifſi das von Vendonia; bei Diaſſone das der Jungfrau; zwiſchen dieſer Stadt und dem Olymp das von Spermos, und nordöſtlich von Stagus Kalabak endlich finden wir die Klöſter der Meteoren.

In Epiros ſind die Klöſter bei Arta, Loru, Aidoni, am Mawropotamos, St. Nikolas bei Parga; Nechana nordöſtlich von Suli; St. Veneranda, Tſchuka und heil. Theodor an der Arta; St. Paraskevi, Panagia bei Kalaritos; St. Paraskewi bei Serviana; St. Demitri, St. Elias, St. Theodor, St. Nikolas, St. Anaïs, St. Athanaſios, St. Georg und Hellopi zwiſchen den Fünfbrunnen und Janina ſüdlich dieſer Stadt; die vier oder fünf Klöſter der Inſel des Sees von Janina; weiter nördlich die Klöſter St. Johannes, Lytorichi, Phaneromeni, Mawrosangelos, St. Nikolas und Evangeliſtos bei Sudena-Apano; die von Gramenos, St. Elias, Pateros und Jakowo zwiſchen Janina und Muſchari; der heil. Dreieinigkeit bei Sarochowitza; die bei Lepeniza am Aſpropotamos; die von Sakania bei Tifliſeli und Metzowa; das von Butza bei Utſchhan zwiſchen Metzowa und Janina; das von Koſowitza in dem Gebirge von Tſchukaruka; das Kloſter ſüdöſtlich von Tiſta im Pindus; das des heil. Elias nicht weit von Goritza u. ſ. w.

In Mittelalbanien kennen wir nur das Kloſter von Pollina an dem Einfluß der Bogutza und das von Kuſcha zwei Stunden nordöſtlich von Elbaſſan.

In Montenegro ſind die bekannteſten Klöſter die des heil. Petrus in Cettinje, Oſtrog, Martinia, Moratſcha und Pipari. Es gibt deren noch einige andere, doch ſind ſie nicht bewohnt.

In Oberalbanien liegen mehrere Klöſter in den Gebirgen zwiſchen Ipak, dem Becken von Plava und Roujai; es ſind die des heil. Patriarchen Arſenios (Sweti Arſeni Patriarchadſcha) auf der Straße von Rugowa nach Ipeck über die Biſtritza; des heil. Nikodemos und des heil. Hieronymos. Das erſte iſt das Kloſter des ehemaligen Patriarchen von Serbien. Weiter ſüdweſtlich findet man das Kloſter von Detſchiani unweit Ipek, und das ſehr kleine Kloſter Guruſch am Fuße des Kurilo-Planina nördlich von Istock; in der Umgegend der Ebene von Koſſowo iſt das Kloſter des heil. Stephan oder Graſchaniza öſtlich von Lapuſelo (Kadiköi); die wiederholten Auswanderungen der

Digitized by Google

Serbier aber haben in diesem Lande den Ruin der meisten Klöster veranlaßt.

Im südlichen Bosnien liegt das Kloster der Säulen des heil. Georg (Dschurdschowi Stupowi) unter einem Archimandriten südöstlich von Bielopolie in dem Becken des Lim. Auch ist in der Nähe des zuletzt genannten Ortes ein Kloster des heil. Nikolas; eine Stunde von Taschlitza ist das Kloster der heil. Dreieinigkeit (Troitza); ein anderes liegt in Wasuscha Im nördlichen Bosnien ist nur das Kloster von Jellisch bei Berbir in Kroatien anzuführen.

Serbiens Klöster sind die von Wukowa, Seratschin und Wratna bei Nigotin; Duman bei Golubatz; Vitowniza unfern Kotschania; Gorniak; Ravanitza bei Tschuprria, eine der alten Residenzen des Knäs Lazar; die von Sweta-Petka am Mutnischkarieka, Nemenikuski-Monastir zwischen Rabatschewo und Koratschitze; die von Joanitza nordöstlich von Kragujevatz, der Verkündigung (Blagovestir), Wolgascha und St. Nikolas zu Dratscha nordwestlich von Kragujevatz, Wratschevsnitza am östlichen Fuß der Berge Schturatz in den Gebirgen von Rudnik; die Klöster Kalenitsch an der Kalmskarieka, Ljubostina nördlich von Trstenik, Sweti-Kral zu Studenitza, Kolilewo an den Quellen der serbischen Morawa, Godawik an einem südlichen Nebenfluß des Dschetinie; die Klöster der Gebirge Avtschar und Kablar an der serbischen Morawa, des heil. Johannes oder Jovanja am linken Ufer der Morawa, St. Nikolas, Buschan und Savinatz an dem linken Ufer des Ditschina an dem Gebirge Roschnia in dem Distrikt von Rudnik; die Klöster Morawtzi oder Morawatz (historisch merkwürdig, weil hier Fürst Milosch 1815 das Volk zum Aufstand aufrief) und Begawadscha in dem Thal von Ljig; Lukaritzsch, Tschellie und Petnitza in dem Becken der Kolubra bei Waliewo, Tronoscha und Jarabitze im Jadar-Kaona an der Dubrawa; Kriwäa in dem Distrikt von Schabatz, Radowaschnitza, Petkowitza und Tschokeschina an den Abhängen des Berges Tzer.

Unter den serbischen Klöstern findet man eine hübsche Anzahl, welche zerstört oder nicht bewohnt sind und daher bloß als Kirchen dienen; andere haben nur einen oder höchstens vier und fünf Mönche, so daß in Wirklichkeit nur 22 Klöster in Serbien vorhanden sind. Die einzigen Klöster Buschan und Sawinatz wurden reparirt; letzteres hat eine neue Kirche und ersteres wurde im Jahre 1808 von Milan Obrenowitsch, Halbbruder des Milosch, wiederhergestellt.

In der Walachei und Moldau liegen viele Klöster in den Schluchten der Gebirge, welche die Fürstenthümer von Transsylvanien trennen. Die bemerkenswerthesten sind: Tischmana, Suppanest, Sillortu, Skitt, Jeses und Kie bei Rimnik, Salatrug, Slatina, Schori bei Kimpolung, Gorgota und Dialului bei Tregowist, Affussi, Boschana, Isworel, Lapos, Woupiest, Kalna u. s. w.

In der Herzegowina kennt man besonders die Klöster von Piwa an der Quelle dieses Flusses, Dobrilowina in derselben Gegend, und Kossierawo.

Die angesehensten Klöster in der Türkei sind die auf dem Berge Athos, welcher aus diesem Grunde der heilige Berg (Monto-sancto der Franken; Sveta-Gora der Slaven, Agios-Oros der Griechen) genannt wird. Von ihnen hängen viele kleine Klöster in Griechenland, Metochia's genannt, ab, was derselbe Fall mit vielen walachischen Klöstern ist.

Unter den bulgarischen Klöstern des übrigen Theils der Türkei kommt keines dem des heil. Vaters in den Gebirgen von Rilo gleich. Die Zahl seiner Mönche, seine Einkünfte, seine Lage mitten in der Türkei verleihen ihm eine bedeutende moralische Macht. Die Griechen besitzen außerhalb des gegenwärtigen Königreichs kein ähnliches Etablissement, obgleich sie bis zu einem gewissen Punkt die Klöster der Meteoren in Thessalieu dagegen setzen können.

Mit Ausnahme des Klosters Rilo und der großen Klöster des Berges Athos haben die Klöster in der Türkei in Bezug auf ihren Bau nichts Bemerkenswerthes. Sie sind im Allgemeinen mit starken und hohen Mauern umgeben, welche eine Kirche, ein Gebäude für die Mönche und ein anderes für das Refektorium (Deipneterion), die Küchen, eine Galerie und einige Gemächer für Fremde umschließen. Manchmal bilden diese Gebäude zusammen ein Ganzes; die Gebäude für Fremde haben selten zwei Stockwerke wie in Wratschevsnitza, und manche Piecen sind mit Teppichen belegt.

Die Halbinsel des Berges Athos (siehe die Karte auf Seite 351) ist von der Chalkide durch einen Isthmus getrennt, wo man noch die Reste des Kanals (gegenwärtig Prowlaka genannt) sieht, welchen Xer-

Digitized by Google

res für ſeine Armee graben ließ, als er auf dem Eroberungszug nach Griechenland begriffen war *).

Dieſer berühmte Berg, das einzige vom Barbarentritt nie entweihte Fragment der orthodoxen Monarchie, iſt die öſtlichſte der drei Halbinſeln, in die das Land zwiſchen dem ſtrymoniſchen (Golf von Randino oder Orfana) und thermäiſchen (Golf von Saloniki) Meerbuſen nach Süden zu ausläuft, die ſonſt Acte genannt wird. Gleich hinter dem gedachten Iſthmus erhebt ſich die Halbinſel dergeſtalt, daß ſie mit einem 6400 Fuß hohen kühngeſtalteten, nackten, marmorweißen Felſenkegel endigt, der auf drei Seiten ſteil aus dem Meere emporſteigt. Bei dem Anfang des ſteilen Bergrückens, die große Warte genannt, iſt die Grenze des heiligen Berges; acht Stunden von hier liegt auf der Mitte des hohen Bergrückens, der dieſe Halbinſel bildet, das Dorf Karyäs, der Sitz der Behörden. Hier überſieht man die ganze Halbinſel, mit dichtem Wald bedeckt, mit Klöſtern, die Burgen gleichen, und romantiſchen Schluchten. Das Meer rechts und links von Athos gewährt einen herrlichen Anblick nach den Inſeln Skiathos, Skopelos, Lemnos, Samothrake und Thaſos; landeinwärts ſieht man den Olymp, Pelion und Oſſa nebſt den makedoniſchen und thrakiſchen Bergen. Fallmerayer nennt Athos mit Recht „den koloſſalen von der Natur ſelbſt aufgethürmten und mit unverwelklichem Feſtgewande umzogenen Münſter von Byzanz.“ Das Bild iſt nicht phantaſtiſch, es iſt naturgetreu, Athos iſt „Walddom“ der anatoliſchen Chriſtenheit. Ein mehr als 12 Stunden langes, zwei bis drei Stunden breites und durch eine ſchmale niedere Landzunge an den Kontinent gebundenes Bergeiland erhebt ſich in iſolirter Majeſtät über die tiefe Fluth des ſtrymoniſchen Golfes. Das iſt der Berg Athos. Langgeſtreckt iſt die Halbinſel, nicht flach, auch nicht wellenförmig hingegoſſen, noch als ſchiefe Ebene nur auf einer Seite aufſteigend, auch nicht ein mit Hügel- und Felſengewirre unregelmäßig ausgefülltes Konglomerat; haldig und ſanft ſteigt es von beiden Strandſeiten gegen die Mitte empor, und läuft ſattelförmig mit wachſender Höhe und Steile in langen Windungen fort wie ein Tempeldach, und am Ende ſtrotzt leibig und wohlgenährt von drei Seiten rund aus dem Waſſerſpiegel heraufſteigend und auf der vierten bis zur halben Höhe mit dem Waldgebirge verwachſen, einſam und frei die rieſige Athoskuppel in die Lüfte, auf der Plateform ein weithin ſichtbares Kirchlein, das höchſte und lüftigſte Gotteshaus der morgenländiſchen Chriſten, zugleich Sitz der Sommerluft, der Andacht und der Windsbraut für die Athoniten. Man denke ſich eine Auguſtnacht in Purpurflor und mit allen Reizen des Südhimmels angethan, den glatten Spiegel über bodenloſer Tiefe, mildhauchende Seelüfte über die Gärten und Söller fächelnd, Nachtigallen im Roſenbuſch, das lange Walddunkel und die Wachtfeuer auf der Bergſpitze; oder wie das Morgenroth und der erſte Sonnenſtrahl goldfunkelnd auf die Felſenkrone fällt und weit unten auf dem Kaſtanienwalde noch ſchweigſame Nacht, oder kaum das erſte zweifelhafte Dämmerlicht über den Kloſterzinnen am Strande liegt. Athos iſt Hochwarte des ägäiſchen Meeres und Leuchtthurm aller Orthodoxen in Byzanz. Vom Feſtlande in das Meer hinausſpringende Cherſoneſe ſind vorzugsweiſe eine Eigenthümlichkeit der griechiſchen Welt. Zu Keraſunt in Kolchis, bei Sinope in Paphlagonien, und in der Nähe des Athos ſelbſt hat die Natur ähnliche Gebilde bald nur begonnen, bald ausgeführt, nirgend aber ein ſo ſchlankes Maß angelegt, die Wände ſo romantiſch ausgeführt und den Wuchs in ſo liebliche Formen gegoſſen wie hier. Ein felſichtes, ſchroff und mühevoll zu erklimmendes Nadelholzgebirge, quer über den Iſthmus ſtreichend, hütet wie ein Säulengang das Thor zur immergrünen Baumregion des Athos, und wenn der Fremdling nach Ueberſchreitung dieſer Querwand über tiefe Schluchten und Hügel aus wildem Rosmarin den Hochpfad erklommen hat, thut ſich eine Scene auf, deren Schönheit man wohl empfinden, aber nicht beſchreiben kann. Wie ein langer Silberfaden läuft über Sattelkamm und Bergſchneide durch hellgrünes Gebüſch und dicht verwachſenes epheuumranktes Baumgewühl der Hochpfad mitten durch die Halbinſel bis zum hohen Athosberge. Bald ſchroff und ohne vermittelnden Uebergang, bald ſanft und in verlorenen Halden ſenkt es ſich zu beiden Seiten des Weges in romantiſchen Vorſprüngen und verſchlungenen Thalwindungen oder in weiten amphitheatraliſch ausgebogenen Prachtfächern über Waldöde, über lieblich bebautes Einſiedlergehöfte, in dunklem Waldſchatten, hier zum fingitiſchen, dort zum ſtrymo-

*) Nach neu aufgefundenen Fragmenten des Strabo und neuern Unterſuchungen hat Xerxes dieſe Durchſtechung begonnen, aber nicht vollendet theils wegen Ungünſtigkeit des Bodens (bes. Felſen) und wohl auch wegen Unvollkommenheit der damaligen Werkzeuge; er hat alſo auch die Flotte dort nicht durchgeführt.

Digitized by Google

nischen Golf hinab; die Sonne blitzt auf dem Wasserspiegel und lockt, durch die laubigen Bäume fallend, eine Thräne wehmuthsvoller Erinnerung aus dem Auge des fremden Wanderers. Tief unten am Strande in weiter Entfernung, voneinander abgesondert, durch Wald und Vorgebirge getrennt, auf grüner Matte ausgebreitet, oder auf meerumbrandetes Gestein mittelalterlich hingezaubert oder in waldüberhangenen Schluchten, an rauschenden Silberbächen, zwischen Limoniengärten und langwipflichten Cypressen heimathlich verborgen, erscheinen die Mönchskastellen mit hohen Mauern, mit gewölbten Thorgängen, mit Glockenhaus, mit Wart- und zinnenbekränzten Festungsthürmen und eisenbeschlagenen Doppelflügeln zur Hut der byzantinischen Heiligthümer wider feindliche Gewalt. Das von der Natur zu beiden Seiten des Pfades in der Senkung der Bergflügel eingehaltene Ebenmaß, der bei aller Mannigfaltigkeit der Schwellung, bei allem Wechsel der Schatten, des Lichts, der üppigen Scenerie doch überall gleiche Abstand vom Bergkamm gibt dem Auge die volle Herrschaft über die wunderbare Doppelpracht. Der langstämmigen Pinie und der Weißtanne mit hellgrünen langen Nadeln begegnet man nur am Felsenportal des Eingangs und auf der obern Region des Steinkegels. Der langgestreckte Raum zwischen beiden ist ein zusammenhängender Laubwald von Platanen, Buchen, Grüneichen, Oel-, Feigen-, Nuß- und Kastanienbäumen, von Cypressen, Weinreben, Lorbeer- und Haselstauden, von Mastixstrauch, von immergrünen Arbutuskirschen, Maulbeer- und Obstbäumen aller Art: hellgrünes, luftdurchfächeltes Berggewand, wo die Myrthe, die Rosenhecke, der Weißdorn, der Smilax, die Kornilla, die schattige Globutaria und das saftige Grün der Epheuranke auf dem Boden, über der Steinwand und am lebendigen Kastanienzaun alle Räume füllt, wo Duft, Farbenpracht und Schmelz der Blumen überall den Sinn berauscht, wo es überall quillt und rieselt und in langen Fäden von der waldigen Hügelterrasse fällt und fortrauscht mit Gemurmel im Erlbusch. Reitet man von der Hafenbucht herauf, die prächtige Abtei Xeropotamo vorüber, durch romantisches Waldgeschlinge zum Höhenkamm, trifft man mitten im Dunkelschatten des Laubwaldes, rechts am Pfade, eine grüne Alpenwiese mit Zaunwerk künstlich eingefriedigt, Sennhütte und Hürde neben Brünnlein und Bächen; es ist Mittagsgluth, die schweigenden Lüfte, das Bienengesumme, der Wanderer sitzt am Born, Kastanienlaub und Alpenfler schwanken im Wasserspiegel, „quae simul aspexit liquefacta rursus in unda, non tulit ulterius," wie der Morgenthau in der Sonne, so schmilzt ihm die Seele in der Brust.

Schon Kaiser Basilius Maeedo (867—889) gab den hiesigen Mönchen eine goldgesiegelte Urkunde über die Grenzen ihrer hiesigen Besitzungen, die man im Archiv zu Karyäs noch heute zeigt; entschieden aber ist es bei aller Dunkelheit der Zeiten, daß um das Jahr 960 von den in der Folge so berühmten und prachtvollen Klöstern des heiligen Berges noch keines stand, ja nicht einmal ein steinernes Wohnhaus nach den Regeln der byzantinischen Architektur errichtet war; der heil. Athanasius war um jene Zeit der Begründer der heute noch blühenden Klostergemeinde auf Athos; er gründete am Fuße des Athoskegels in einer schatten- und wasserreichen Lage mit Hülfe ärarischen Geldes das Vorbild und Musterkonvent St. Lavra mit gewölbtem Thore, gemauerten Zellen in der Runde und steinernem Gotteshaus in der Mitte. Johannes Tzimisces (969—975) gab die erste Konstituzion, eine Art Charte, worin Besitztitel und gegenseitige Rechte der neugeschaffenen Berggemeinde mit Hausregiment, Subordinazion, Arbeit, Gottesdienst und Lebensweise der Bruderschaften festgesetzt und verzeichnet waren. In dieser ersten Konstituzion waren 58 Ansiedelungen verzeichnet, unter Konstantin Menomachos (1042 – 1054) aber erscheinen neben Lavra schon andere Klöster im großen Stil, namentlich das schöne Xeropotamos und das große Vatopädi, nebst einer Menge steingemauerter Klausen mit Kirche, Garten, Ackerfeld, Obstwald und eingefriedigte, im Ganzen über 180 selbstständige Anlagen mit 700 Mönchen. Siebenzig Jahre später erhielten die Athosklöster in Folge der stattgefundenen Wirrnisse eine zweite Konstituirung. Die Erbauung der 21 Mönchsburgen, die man gegenwärtig auf Oros findet, fällt zwischen die Jahre 970 bis 1385, und das Kloster St. Dionys ist unter den großen Anlagen die jüngste und letzte. Hiermit verschwinden die unbeglaubigten Legenden und thörichten Faseleien gutmüthiger, aber ungelehrter Mönche, besonders im großen und reichen Vatopädi, so daß sich von ihnen in Bezug auf das Alter ihrer Klöster Niemand mehr bethören lassen kann, denn diese geschichtlichen Angaben sind auf Dokumente gestützt, die man in den Archiven des Berges Athos selbst gefunden hat.

Digitized by Google

Karte vom Berge Athos.

Digitized by Google

Von den 21 Großabteien sind folgende sechs: Chilantari, Zographu, Simopetra, St. Paul, Xenophu und Russikon von Grund aus serbo-bulgarische Stiftungen, acht andere aber: St. Gregoriu, Karrakala, Dochiarion, Kutlumusi, Xeropotamos, Pantokratoros, das trapezuntische St. Dionys, und selbst das kaiserliche prachtvolle Lavra, weil im Laufe des 15. und 16. Jahrhunderts durch dakische Woiwoden und Bojaren theils aus gänzlichem Ruin wieder neu aufgebaut, theils aus Verarmung und Verfall hergestellt, erweitert, verschönert und mit Grundstücken ausgestattet, als Schöpfung der Fürsten von Jassy und Bukurest anzusehen. Keinen Antheil, weder der Gründung, noch der Wiedererneuerung, haben die Slavo-Walachen nur an den folgenden sechs: Iwiron, Protaton, Esphigmenu, Philoten, Kastumoneta und Stavroniketa. Darunter ist Iwiron eine reiche, auf der verbrannten byzantinischen Mönchskapelle St. Klemens, durch iberische Frömmigkeit aus dem Grund erbaute, mit Gütern um Tiflis ausgestattete und später glanzvoll erweiterte, Philotheu aber eine kleine von den grusischen Fürsten Leo und Alexander um das Jahr 1492 nur restaurirte Abtei, zu der nach schwankenden Legenden St. Philotheos mit zwei heiligen Gesellen einst den Grund gelegt. Stavroniketa dagegen wurde erst nach Belon's Besuch (Pater Belon, ein französischer Naturforscher, der 1546 bis 1549 den Orient besuchte und einen vortrefflichen Bericht über den Athos geliefert hat) auf Hagion-Oros in den letzten Jahren Sultan Suleimans (1520—1570) aus langer Verödung durch den Patriarchen Jeremias von Konstantinopel wieder aufgebaut und mit griechisch redenden Mönchen besetzt. Für die übrigen vier kennt man nur griechische Ursprünge und Patronanzen, ausgenommen in der neuesten Zeit, wo die russischen Monarchen alle Konvente des heiligen Berges, besonders das große und stolze Vatopädi, mit reichlichen Gaben beschenken. Doch theilten auch schon in früherer Zeit die beiden heiligen Serbenfürsten Sabbas und Simeon mit den byzantinischen Imperatoren Manuel Komnenos und Andronikos Paläologos I. als Hauptpatronen die Ehre der Restaurazion und Bereicherung dieses prachtvollen, durch Glanz und gute Ordnung heute alle Athosklöster überstrahlenden Instituts.

Belon zufolge betrug die Zahl der Mönche, welche alle dem Orden des heiligen Basilius angehören, zu seiner Zeit auf 6000 mit Einschluß der Eremiten; in dem großen Kloster St. Laura waren nicht weniger als 600 Mönche, und vor der griechischen Revoluzion sollen nach Slade noch 2000 Mönche existirt haben, unter denen man alte Soldaten des Tscherni-Georg bemerkte; im Jahre 1830 betrug ihre Zahl nur 900, welche Zahl aber nach der beendigten griechischen Revoluzion wieder so zugenommen hat, daß in den zwanzig Abteien über 2000 Weltüberwinder eingetragen sind, von welchen mehr als die Hälfte auf die Großklöster Lavra, Vatopädi, Iwiron und Xeropatamo fällt; auch Chilantari, St. Dionys und Russikon sind stark besetzt. Rechnet man aber Alles, was zum heiligen Berg gehört, die in den Klöstern einregistrirten Profoßmönche, dann die kleinen Anachoretengesellschaften, die Dorfkelliten und Waldeinsamen mit den weltlichen Knechten und Handwerkern, so beträgt die Gesammtzahl der Bewohner des Berges Athos über 6000.

Seit der Eroberung von Konstantinopel ist die Zahl der Klöster auf dem Berge Athos auf 21 beschränkt, von denen 10 auf der östlichen und 11 auf der westlichen Seite liegen. Auf der höchsten Höhe des Berges Athos, der den Schiffern weit hin zum Wegweiser diente, stand im klassischen Alterthum eine kolossale Bildsäule des Zeus, und die Städte Dion, Helophyros, Akrothoon, Thyssos und Kleonä lagen an und auf diesem Berge.

Die Mönche, welche schon seit Konstantin sich hier niedergelassen haben, behielten lange den Bilderdienst bei, welcher hauptsächlich die Losreißung der griechischen von der römischen Kirche veranlaßte. Im 10. Jahrhundert wurden die meisten der hiesigen Klöster erbaut. Als das lateinische Kaiserthum in Konstantinopel gestiftet ward, blieben die hiesigen Klöster unangefochten, auch im Anfange der türkischen Eroberung; nur 1534 wurden mehrere Klöster geplündert, die meisten aber seitdem zu Festungen eingerichtet.

Jedes dieser Klöster hat seine mehr oder minder merkwürdigen Reliquien und Wunder; ein Beweis, daß die Menschen in Bezug auf religiösen Aberglauben stets dieselben großen Kinder sind. Mehrere dieser Klöster sind sehr schön; die meisten sind mit Mauern umgeben, die oft mit Thürmen versehen sind, z. B. Vatopädi. Die Kirchen befinden sich im Allgemeinen in gutem Zustande und sind mit Blei bedeckt; einige derselben sind mit Säulen und Fußböden von Marmor, mit Gemälden, mit von Kelchen beladenen Altären und silbernen, ja selbst goldenen Kandelabern geschmückt; die Klöster

Digitized by Google

Vatopädi, Chilandar und Lavra gehören besonders in diese Kathegorie. In dem ersten sieht man noch den kaiserlichen Adler und in dem zweiten die Wappen der alten serbischen Könige. Die Kuppel von Vatopädion wird von vier Porphyrsäulen getragen. Wie bei allen andern Klöstern der Türkei laufen vor den Zellen geräumige Korridore hin, so wie sich auch ein Xenodocheion vorfindet, nämlich reinliche und türkisch meublirte Zimmer für die Fremden ohne Ansehen der Religion.

In allen Klöstern befinden sich Bibliotheken; die bedeutendsten aber sind in der großen Lavra, in dem Kloster der Iberier oder Georgier, und in dem von Vatopädion, wo auch viele Manuskripte auf Pergament und Papier, meistens geistliche Werke, vorhanden sind; man trägt aber bei der allgemeinen Unwissenheit der Mönche wenig Sorgfalt dafür.

In dem griechischen Freiheitskampfe besetzten die Türken den Berg Athos mit 1200 Mann Albanesen, welche daselbst 8 Jahre verblieben; eine lange Zeit der Bedrängniß für die Klöster, welche darob so in Noth geriethen, daß sie ihre heiligen Gefäße und ihre Bibliotheken verkaufen mußten. Ganze Pferdeladungen voll Manuskripte wurden für eine Bagatelle verkauft und wurden fast alle über Seres fortgeführt.

Diese Klöster theilen sich in „Könobien“ und „Idiorrhytmä.“ Die ersten stehen unter Könobiarchen oder Hegumeni, und die andern haben oft jedes Jahr zwei gewählte Vorsteher oder „Epitropei.“ Im Mai versammeln sich die Mönche behufs dieser Wahl in einem „Synaktikon“ genannten Lokal, und die Wahl findet entweder durch Zuruf oder durch Kugeln (Psephus) statt. Die zwei Erwählten mit einem Schreiber, der Logiatatos genannt wird, haben die Aufsicht über die Revenuen und die Ausgaben, so wie über die Beschäftigung der Mönche und korrespondiren mit den Brüdern, welche ausgesandt sind, die Güter und Klöster in der Türkei, in der Walachei und in Rußland zu verwalten. Wenn es sich aber um wichtigere Angelegenheiten des Klosters handelt, oder wenn Schreiben aus Konstantinopel zu eröffnen sind, so haben die Vorstände auch die übrigen Aeltesten des Klosters mitzuzuziehen. Nach Ablauf eines Jahres versammeln sich die Väter wieder zur Wahl anderer, nachdem zuvor die abgehenden Vorstände ihre Rechnungen vorgelegt und über ihre Verwaltung Rede gestanden haben. Die Mönche ernähren sich nur von Früchten, Gemüsen, gesalzenen Fischen und behaupten, daß das Fleischessen nur für alte und kranke Leute sei. Jeder Mönch erhält von dem Schaffner (Dianomevs) seine Razion, nämlich z. B. für den einfachen Mönch wöchentlich 2 Ocka (beiläufig 2 Maß) Wein, für einen höher gestellten 3, für die, welche ein Amt bekleiden 4 Ocka; die Vorstände aber erhalten, weil sie auch Besuche zu empfangen haben, Wein, Brod und andere Nahrungsmittel in unbestimmter Quantität. Die Kleider ist Jeder verpflichtet sich selbst zu verfertigen oder zu kaufen, wie auch sie zu waschen. Jeder Mönch ißt für sich in seiner Zelle mit Ausnahme der Feiertage, wo sie ihr gemeinschaftliches Mahl im Refektorium (Estiatorion) an marmornen Tischen von je vier Fuß Länge und drei Fuß Breite halten. Sie sitzen dabei nach der Ordnung ihres Ranges. Die Wände dieser Speisesäle sind wie die Kirchen gewöhnlich mit Heiligenbildern bemalt. — Die Könobien aber wechseln den einmal gewählten Hegumenos nicht wie die idiorrhythmischen Klöster ihre Vorstände, sondern behalten ihn bis zu seinem Ableben, ausgenommen, wenn er seine hohe Stellung mißbraucht. Dieser lebenslängliche Könobiarch sorgt für die Nahrung und Kleidung aller Mönche u. s. w., und hat den gemeinsamen Schatz in Händen, denn den übrigen Klostergenossen ist nicht gestattet auch nur einen Heller zu besitzen. Seine Befehle werden mit großem Gehorsame befolgt; selbst sein Tadel darf keinen Widerspruch erleiden. Doch benehmen sich die Aebte im Ganzen mit großer Milde gegen ihre Mitbrüder. Kleider und Nahrung aller Klosterbrüder sind dieselben, und der Abt hat hierin vor dem letzten Mönche nichts voraus; Alle speisen gemeinschaftlich in demselben Refektorium, zweimal täglich; nur am Montag, Mittwoch und Freitag, wo sie nicht einmal Oel genießen dürfen, halten sie bloß eine Mahlzeit um 4 Uhr Nachmittags. Die Lebensweise in den Könobien ist noch strenger als in den Idiorrhythmen.

Außer diesen zwei Arten von Monasterien gibt es auch noch die sogenannten Sketen (Sketai) oder Dörfer, die aus einzeln gelegenen Häusern bestehen, und Zellen (Kellia), die von den Klöstern abhängen. Der Einsiedeleien oder Zellen gab es vor der Revoluzion 190. Sketen gibt es noch 11, unter denen die von St. Anna (Skete tis Ag. Annes) 60 Gebäude zählt und nebst den „Kanskalybien“ die bedeutendste ist, so wie auch beide zum Kloster der heiligen Lavra gehören. Die Lebensweise

Digitized by Google

und die Bußübungen der Sketier sind noch strenger als in den Klöstern und ihre Entbehrungen noch größer. In jedem Hause wohnen 4 bis 5 zusammen; sie haben einen gemeinschaftlichen Betsaal, wo sie täglich ihre Andacht und ihre Bußübungen verrichten; an den Sonn- und Festtagen aber, wo die Vigilien die ganze Nacht durch dauern, versammeln sie sich in der großen und prächtigen Kirche; die ganze Gemeinde nimmt daran Theil. Jede Skete wählt sich einen jährlichen Vorstand, welcher der „Gerechte" heißt; dieser sammelt von jedem Monche die Kopfsteuer und sendet sie an das Kloster, von welchem die Skete abhängt. Ihren Unterhalt erwerben sie sich durch Verfertigung von Priestermützen, beinernen Krucifixen, hölzernen Löffeln u. s. w., die sie an jedem Samstag in Karyäs (dem einzigen Markt der Halbinsel) verkaufen, denn sie besitzen keine Güter wie die Klöster. Viele, die sich noch zu härterer Buße gedrungen fühlen, ziehen sich in die Schluchten und Wälder zurück und leben als wirkliche Einsiedler unter den schwersten Uebungen.

Nachdem wir bisher im Allgemeinen von den Klöstern in der Türkei gesprochen, beschäftigen wir uns noch in wenigen Worten speciell mit einigen derselben und beginnen mit denen des Berges Athos, verweisen aber dabei auf die Beschreibuung derselben, welche im 1 Bande des Notizblattes der Allgemeinen Bauzeitung, S. 98 u. s. w. mitgetheilt wurde, und wo besonders über Ausführung der Malereien in den Kirchen und Refektorien die Rede ist.

Das bedeutendste Kloster auf dem Berge Athos ist das der heil. Lavra an der südlichen Küste der Halbinsel (Vergl. S. 351). Der Patriarch von Konstantinopel schickt vorzugsweise mehrere Geistliche in die Verbannung hierher. Sonst wird Jeder, der Vermögen hat oder zum Arbeiten kräftig ist, als Mönch aufgenommen. Der äußere Anblick von Lavra ist der einer alten Festung mit hohen ununterbrochenen Mauern, über welche hinweg zahlreiche Kuppeln, Thurmspitzen, Dächer von kurioser Form und Cypressenbäume sichtbar sind. Der Eingang, den einzigen, den das Kloster hat, bildet eine aus vier Marmorsäulen bestehende und mit einer Kuppel bedeckte Säulenhalle. Fig. 4 (Blatt 139) ist der Grundriß von diesem Kloster, und die in demselben ersichtlichen Buchstaben sind schon Seite 346 erklärt worden. Die Gebäude bestehen aus einer dicken und hohen Steinmauer, welche einen Raum von 5—6 preußischen Morgen einschließen. Das Innere besteht aus einigen kleinen Höfen und zwei großen offenen Räumen, die von Gebäuden umgeben sind, welche offene Galerien von Holz oder Stein vor sich haben, durch die man Zutritt zu den verschiedenen Gemächern erhält, die jetzt 120 Mönchswohnungen enthalten, jedoch noch gar viel Raum für andere Büßer gewähren. Das Nähere über die Kirche und Kapelle des Klosters der heiligen Lavra findet man auf Seite 100 u. f. f. des oben erwähnten Notizblattes.

Nach einem fünfstündigen Ritt durch eine reizende Landschaft, wo zur Rechten des zwischen wohlriechenden immergrünen Gesträuchen hinlaufenden felsigen Pfades die dunkelblaue See in geringer Entfernung wogt, links aber hohe mit einem dichten Walde von riesigen Bäumen bedeckte Berge sich bis zum Fuße des großen weißen Marmorgipfels erheben, erreicht man, nachdem man eine Reihe von schmalen Thälern und Schlünden berührt, von denen eines immer malerischer als das andere, den hohen viereckigen Thurm, welcher drohend herabschaut auf das Kloster Karrakalla.

Karrakalla, das nicht so groß ist als Lavra, in vieler Beziehung aber einer altdeutschen Burg gleicht und eine herrliche Lage hat auf einem 1700 Klafter vom Meere entfernten Felsenvorgebirge, bedeckt eine Fläche von beiläufig 11—1200□° und ist mit einer hohen starken Mauer umgeben, über welche die Dächer und Kuppeln hervortreten. Zur Linken eines großen viereckigen Thurmes in der Nähe des Thores steht eine Reihe von aus Holz erbauten Zimmern über die Mauern hervor wie bei St. Lavra, und innerhalb sieht man einen großen unregelmäßigen Hof, in dessen Mitte die Kirche steht; verschiedene kleine Kapellen oder Zimmer, zum Gottesdienste eingerichtet, sind an verschiedenen Theilen des Gebäudes zwischen den Gemächern, welche von den Mönchen bewohnt werden, zerstreut.

Eine Stunde von Karrakalla entfernt liegt das Kloster Philotheu, das eine sehr interessante Kirche besitzt, und abermals eine Stunde weiter erblickt man das nahe am Meere liegende Kloster Iwiron, das georgische oder iberische Kloster, eine Anlage von bedeutender Größe mit so zahlreichen Gebäuden und Höfen innerhalb der sie umschließenden Mauer, daß man sie eine Stadt nennen kann. Das Kloster liegt nahe am Meere und bildet eine beinahe viereckige Figur

Digitized by Google

mit großen viereckigen Thürmen, die aus der Mauer hervorstehen. An jeder der vier Seiten sind Gemächer für beiläufig 200 Mönche. Die Kirche hat 4 oder 5 Kuppeln, ist von beträchtlicher Größe, steht wie gewöhnlich allein in der Mitte des großen Hofes und ist mit Säulen und Ornamenten von reichen Marmorarten und auch mit den gewöhnlichen Freskogemälden an den Wänden geschmückt.

Die Aussicht aus den Fenstern der Klostergebäude von Iwiron ist eine der schönsten des Berges Athos. Die wunderherrliche See und die Thürme, welche die Landungsplätze der verschiedenen Klöster längs der Küste beherrschen, und das prächtige Kloster Stavroniketa, welches wie eine gothische Burg auf einem steil aus dem Meere sich erhebenden Felsen steht (Fig. 5 Blatt **140**), mit dem herrlichen Walde im Hintergrunde; alles dies zusammen bildet ein Gemälde, das zu einem der lieblichsten in der Welt gehört. Das Ganze der Landschaft am Berge Athos ist der Art im höchsten Grade großartig und schön, daß es nutzlos ist eine Beschreibung davon zu machen; die zwei flüchtigen Ansichten in Fig. 3 und 5 werden dem Leser jedoch einen Begriff von den Naturschönheiten dieser Halbinsel beibringen.

Wiederum eine Stunde von Iwiron entfernt gelangen wir zu dem Kloster Stavroniketa mit seinem viereckigen Thurm über dem Eingange (Fig. 5), und von dort nach einer ebenso weiten Entfernung über einen felsigen Weg nach dem Kloster Pantokrator, wo wir eine hübsche und merkwürdige Kirche erblicken. Zwei und eine halbe Stunde später sehen wir das größte und reichste aller Klöster des Berges Athos mit seinem gewölbten Thorweg und seinen gastlichen Hallen vor uns: das großartige und schöngebaute Mönchskastell Vatopädon, oder Vatopedi, das an der Seite eines Berges liegt, wo sich ein Thal nach der See hin öffnet und einen kleinen Hafen beherrscht. Die Gebäude haben eine große Ausdehnung, und mehrere Thürme und Kuppeln erheben sich über die Mauern. Die Mönche erzählen, daß das ursprüngliche Gebäude ihres Klosters von Konstantin dem Großen gegründet worden sei. Die Kirche enthält viele Merkwürdigkeiten, auch eine große Menge alter Bilder von unbedeutender Größe, deren Hintergrund meistens mit vergoldeten Silberplatten belegt ist.

Von Vatopädon erreicht man in 2½ Stunden das Kloster Esphigmenu, das in einem engen Thale dicht am Meere liegt und von etwa 30 Mönchen bewohnt wird. Nicht weit davon sieht man an der Meeresküste die Ruinen des Klosters Basilios, von wo man nach einer Stunde die aus einem Walde von langwipfeligen Cypressen herausschauende große Slavenabtei Chilantari, ein großes Gebäude mit einem Grundriß, der einem offenen Fächer gleicht und von 50 Mönchen bewohnt wird, erreicht. Dies ist das letzte Kloster an der östlichen Seite der Halbinsel, die wir nun verlassen und den Weg quer über die letztere nehmen, worauf wir nach einem zweistündigen Ritt durch Ebenen von reichem grünen Grase mit einzelnen riesigen Bäumen durch eine Landschaft wie ein englischer Park, nur schöner, üppiger und umfangsreicher, zu dem auf der Westseite des Berges am nördlichsten gelegenen Kloster Zographu gelangen: ein großes befestigtes Gebäude von sehr imponirendem Ansehen auf einem steilen Felsen gelegen, umgeben von Bäumen und Gärten, die ein tiefes Thal überschauen, welches sich am Meerbusen Monte Santo öffnet. Das nächste Kloster, wenn wir die Richtung gegen Süden verfolgen, ist Kastumoneta mit malerischen Gebäuden, von wo man in einer Stunde Dochiario erreicht, das eine bedeutende für 200 Mönche berechnete Größe hat, jedoch jetzt nur von 20 bewohnt wird. In halbstündiger Entfernung davon liegt an der Meeresküste das Kloster Xenophu mit der größten Kirche des Athos, die jedoch ganz ein Werk unserer Zeit ist. Bald gelangt man dann nach Rusfikon, von dem wir in Fig. 1 ein Fac-Simile der Bilder geben, welche die Pilger erhalten, die die Klöster von Athos besuchen. Das Kloster Russikon ist so geräumig, daß es 2000 bis 3000 Personen fassen könnte. Xeropotamos liegt eine Stunde von Russikon entfernt, und das nächstfolgende Kloster ist Simopetra, das auf einem senkrechten, zwischen 500 bis 600 Fuß hohen Felsen liegt (Fig. 3). Die Gebäude werden mit dem Abhang des Berges durch eine schöne Wasserleitung verbunden, die eine großartige Wirkung macht, so wie sie so hoch über das Meer hinaufgebaut ist und aus zwei Reihen von 11 Bogen einer über den andern besteht, mit einem hohen Bogen gerade über dem Abgrunde unmittelbar unter den Mauern des Klosters, welches von dieser Seite aus gesehen einem ungeheuren viereckigen Thurme ähnlich ist, der mehrere Reihen von hölzernen Balkons und Galerien hat, die in einer gewaltigen Höhe vom Boden über die Mauern hervor-

Digitized by Google

stehen. Auch das Kloster St. Dionysios ist auf einem Felsen unmittelbar über dem Meere erbaut; es ist von mäßiger Größe, aber im guten baulichen Zustande erhalten; die Kirche ist von ansehnlicher Größe; nahe am Eingange sieht man ein auf Holz gemaltes Brustbild, etwa 3 Fuß im Quadrat in einem Rahmen von vergoldetem Silber mit Juwelen besetzt, das den Alexius Komnenos, Kaiser von Trapezunt, den Gründer dieses Klosters darstellt. Die Lage des Klosters mit seinen Terrassengärten und seinem hohen gothisch ausgezackten Zinnenthurm auf der meerumspülten Seitenböschung der einsamen, fast senkrecht aufsteigenden Schlucht macht einen tiefmelancholischen Eindruck. Das Orangendelta an der Mündung des Sturzbaches ist nicht breiter als ein Flintenschuß, die Tiefe nicht über 10 Minuten, und auf beiden Thalseiten unersteiglicher grünbewachsener Schieferrand. Denkt man sich noch 5 Stockwerke mit Holzföllern übereinander gegen die See hinaus, in der Mitte den alten braunen Steinthurm über das kräftige Mauerwerk und den Klosterdom hoch in die Luft ragend, so hat man das Bild von St. Dionys. Die erste Gründung sämmtlicher Klostergebäude mit Inbegriff der Wasserleitung verschlang die bedeutende Summe von zehn Millionen Silberpfenigen (à 2¼ Kreuzer), die als fromme Gabe in drei Jahren aus dem Schatze des Kaisers Alexius floß. Man mußte aber auch, um den nöthigen Raum zu gewinnen, zuerst den Felsen abplatten und einen kyklopischen Unterbau aus der Tiefe heraufführen. Der Festungsthurm ist so mächtig, daß er in Zeiten der Gefahr sämmtliche Klosterbewohner aufnehmen und schirmen konnte. Den Eingang aber hat man wie bei den Pyramiden wenigstens 60 Fuß über der Grundfläche und hier auf einer Blumenestrade angebracht. Das letzte Kloster auf der westlichen Küste des Athosberges ist St. Paul, das in einer Entfernung von ¼ Meile vom Meere entfernt liegt und in Fig. 2 nach einem Bilde der Mönche dargestellt ist.

Dies sind die 19 Klöster, die in größerer oder geringerer Entfernung an der östlichen und westlichen Küste des Athos liegen. Wir haben daher nur noch die zwei Klöster Kutlumusi und Protaton zu besuchen, welche in der Mitte der Halbinsel bei und in der Stadt Karyäs liegen. Kutlumusi ist das regelmäßigste Gebäude am Berge Athos; es enthält einen großen viereckigen Hof mit einem Kreuzgange von steinernen Bogen, an welchem die Zellen liegen. Die Kirche steht im Mittelpunkte dieses Viereckes und hat ein berühmtes Gemälde vom jüngsten Gericht an der Wand des Narther. In geringer Entfernung von diesem Kloster kommt man nach dem Hauptorte der Halbinsel, nach Karyäs, dessen besondere Merkwürdigkeit, die große Kirche Protaton, von kleinen etwa 100 steinernen Gebäuden und 20 Kapellen umgeben ist. Hier wohnt der türkische Aga, der von der Pforte hierher gesandt wird, um die Abgaben von den Mönchen in Empfang zu nehmen. Karyäs liegt in einem Hochthale unterhalb des Bergkammes 2000 Fuß über dem Meere und lehnt sich an die quellenreiche Steilseite des Laubwaldes. —

Die Zahl der Klöster, welche auf den steilen 150 bis 300 Fuß hohen Felsen bei Stagus-Kalabak in Thessalien in der Landschaft Meteora liegen, beträgt gegenwärtig 7; ehemals aber waren deren eine größere Anzahl, wie man sagt 24. Die Landschaft Meteora oder von den Griechen „das Land der Heiligen" genannt, ist ganz eigenthümlicher Art. Das Ende einer Reihe von felsigen Hügeln scheint hier durch ein Erdbeben abgebrochen oder von einer großen Wasserflut weggespült worden zu sein, indem davon nur eine Reihe von 20 bis 30 hohen dünnen, glatten, nadelähnlichen Felsen viele hundert Fuß hoch, zurückgelassen ist: einige wie riesige Hauzähne, andere wie Zuckerhüte geformt, und noch andere wie ungeheure warzenförmige Tropfsteine. Diese Felsen umgeben eine schöne Grasebene, von welcher drei Seiten mit Gruppen von einzeln stehenden Bäumen bewachsen sind wie in einem englischen Parke. Einige dieser Felsen schießen ganz frei und senkrecht aus dem Grase empor; andere stehen in Gruppen, noch andere stehen wie Obelisken allein. Nichts ist fremdartiger und wunderbarer als diese romantische Gegend, welche kaum ihresgleichen finden dürfte. Am Fuße vieler der Felsen, welche dieses schöne grasige Amphitheater umgeben, sind zahlreiche Höhlen und Löcher, von denen einige natürlich zu sein scheinen, die meisten aber künstlich sind, denn in den finstern und wilden Zeitaltern der mönchischen Schwärmerei nisteten ganze Heerden von Einsiedlern in diesen Taubenlöchern. Einige von diesen Höhlen sind so hoch oben in den Felsen, daß man sich wundern muß, wie der arme alte Mönch je da hinauf gelangen konnte. Andere befanden sich unter der Oberfläche, und die Einsiedler, welche wie die Kaninchen in ihnen wohnten, gaben Abtheilungen von

Digitized by Google

herumſtreifenden Sarazenen herrliches Vergnügen auf ſie Jagd zu machen. In der That ſcheint das Eremitenjagen vor dem 12. Jahrhundert ein Modevergnügen geweſen zu ſein; auf alten griechiſchen Freskogemälden und kleinen ſteifen Gemälden mit goldenem Hintergrunde ſehen wir manche erſchreckliche Darſtellung von Männern zu Pferde in römiſcher Rüſtung mit langen Speeren, welche chriſtliche Fromme peinigen und tödten. Auf dieſen Bildern ſind die Mönche und Einſiedler in Gewändern dargeſtellt, welche aus einer Art von grobem Mattenzeuge beſtehen, und haben lange Bärte; einige von ihnen ſind ſogar mit Haaren bedeckt, und dieſe ſind am meiſten zu bewundern, weil in der griechiſchen Kirche Heiligkeit das Gegentheil von Schönheit iſt. Alle griechiſchen Heiligen ſind peinlich häßlich; die Einſiedler ſind aber noch viel häßlicher, ſchmutziger und älter als die Uebrigen; ſie müſſen überdies ſehr übelriechende Leute geweſen ſein, die ſich von Wurzeln nährten und wie Ratten und Mäuſe in Löchern lebten.

Schwer iſt es zu begreifen, durch welchen Vernunftſchluß ſie ſich überredet haben konnten, daß ſie dadurch, daß ſie auf ſo nutzloſe und unthätige Weiſe lebten, ein heiliges Leben führten. Mit ihren Knieen höhlten ſie die Felſen beim Beten aus, die Klippen hallten von ihrem Jammergeſtöhn wieder; der Abwechslung wegen ſchlugen ſich einige mit einem großen Steine auf die Bruſt und andere trugen Ketten und eiſerne Gürtel um ihre abgemagerte Geſtalt herum, nichts aber thaten ſie, was für ihre Mitmenſchen eine Wohlthat geweſen wäre. Dennoch liegt etwas Großartiges in der Kraft und Beſtändigkeit ihres Glaubens; ſie verließen Haus und Hof, Reichthümer und die Freuden dieſer Welt, um ſich in Löchern und Höhlen der Erde zurückzuziehen und dort Kälte und Hunger, Schmerzen und dem Tode ausgeſetzt zu ſein, damit ſie ihren Gott nach ihrer Weiſe ehren möchten, und im feſten Vertrauen, daß durch die Tödtung des Fleiſches in dieſer Welt ſie die Glückſeligkeit der Seele in der künftigen erwerben würden; und um deswegen Friede ihrem Andenken!

Auf den Gipfeln dieſer Felſen ſind in den verſchiedenen Richtungen noch ſieben Klöſter von den 24 übrig, welche einſt ihre luftigen Höhen krönten. Wie irgend ein anderes Weſen als ein Vogel zu dem einen, welches wir in der Ferne ſahen, gelangen konnte, war mehr, als wir zu errathen im Stande waren; bald aber wurde das Geheimniß gelöſt. Auf einem Wege zwiſchen einem Labyrinth von kleinern Felſen und Klippen ſich in die Höhe windend findet man endlich einen romantiſchen Pfad, der von Zeit zu Zeit Anſichten über das grüne Thal gewährt, und den man verfolgend auf eine erhöhte Felſenplateform gelangt, die man mit dem platten Dach einer Kirche vergleichen kann, während das Kloſter Barlaam ſenkrecht über uns auf einem noch viel höhern Felſen, gleichſam dem Thurm dieſer Kirche ſteht (vergl. die Anſicht in Fig. 6). Feuert man hier eine Flinte ab, ſo hat das denſelben Zweck, als klopft man an civiliſirten Orten an die Thür eines Hauſes. Dann ſtreckt man die Köpfe in die Höhe, um zu ſehen, ob auf unſeren Ruf eine Antwort erfolgt. Sogleich werden wir von Jemand am Himmel angerufen, deſſen Stimme wie Vogelgeſchrei zu uns herabtönt, und wir ſehen das Geſicht und den grauen Bart eines alten Mönchs, der aus einer Art von Fenſter oder Thür mehrere hundert Fuß hoch über uns herausſchaut und uns examinirt, wer wir ſind und was wir wollen. Wir werden aber ſchwerlich eher zum Hinaufklimmen eingeladen werden, als bis wir an einem dünnen Tau, das man herabgelaſſen, den Empfehlungsbrief befeſtigt hat, den wir uns wohlweislich zu verſchaffen gewußt hatten. Findet dann im Rathe der Väter kein Anſtand mehr gegen unſere Aufnahme ſtatt, ſo ſieht man ein ſtärkeres Seil herabkommen, das am Ende einen Haken mit einem daran befindlichen ſtarken Netz hat, das, wenn es den Felſen erreicht, auf dem wir ſtehen, ausgebreitet wird. Unſere zwei Diener ſetzen ſich darauf, die vier Zipfel des Netzes werden an den Haken befeſtigt, das Zeichen zum Aufziehen wird gegeben, langſam beginnen ſie ſich in die Luft zu erheben, einer Schöpſenkeule gleich, die, ſich rundherum drehend, an einem ſenkrechten Bratenwender hängt.

Das Seil war alt und ausgebeſſert und die Höhe vom Grunde bis zur Thür beträgt 222 Fuß. Oben angelangt, ſtrecken zwei ſtämmige Mönche ihre Arme zur Thür hinaus und ziehen die Diener mit aller Kraft herüber, weil keine Maſchine vorhanden iſt, ſie dem Ausſteigeplatz beſſer zu nähern. Dieſes ganze Verfahren erſcheint aber ſo gefährlich, daß ſich manche Reiſende, wie auch wir, lieber entſchließen, eine Reihe von Leitern hinanzuklimmen, die an großen hölzernen Pflöcken an der Vorderſeite des Abgrundes aufgehängt ſind und den Gipfel des Felſens in einer andern Richtung um eine Ecke

Digitized by Google

rechts herum erreichen (vergl. die Abbildung in Fig. 6). Die unterste Leiter erreicht man auf einem Pfade, der zu einer schwachen hölzernen Plateform leitet, die über einer tiefen Felsenschlucht hängt. Von hier aus hängen die Leitern senkrecht am kahlen Felsen; man ersteigt bald drei bis vier derselben, kommt man aber an eine von ihnen, die sich vom obersten Ende der untern weggedreht hat, so macht es einige Schwierigkeit von einer zur andern hinüberzuschreiten. Sieht man hinab, so entdeckt man mit Schaudern, daß man um eine Art von Ecke am Abgrunde herumgekommen ist und sich nicht über der Felsenplatte befindet, wo die Pferde zurück geblieben sind, sondern daß der Abgrund zu einer so entsetzlichen Tiefe steil hinabhängt, daß einem der Kopf schwindelt, wenn man das entfernte Thal sieht, über dem man wie eine Fliege an der Wand hängt. Bei diesem Anblick zögern wir unwillkührlich, die Mönche rufen uns Muth zu, wir strengen uns an, überwinden den Schwindel und klimmen hinauf zu einer kleinen eisernen Thür, durch welche wir in den Hof des Klosters kriechen, wo wir von den Mönchen und unsern Dienern, die am Seile hinaufgezogen worden waren, bewillkommnet werden. Das Kloster Barlaam steht, wie man aus unserer Abbildung sieht, auf dem Gipfel eines isolirten Felsens auf einem ebenen oder doch beinahe ebenen Raum von etwa 1700 Quadratklafter, wovon die eine Hälfte von der Kirche und einer kleinen Kapelle, dem Refektorium, der Küche, dem Thurme, dem Krahn, wo man aufgezogen wird, und einer Anzahl abgesonderter Gebäude, welche die Geschäftszimmer und Wohnungen der Mönche enthalten, eingenommen wird. Diese verschiedenen Bauwerke umgeben einen leidlich großen, unregelmäßigen Hof, dessen hauptsächlichster Theil gepflastert ist; auch noch mehrere andere offene Räume sind da. Alle griechischen Klöster sind auf diese unregelmäßige Art erbaut, und die verworrene Masse von außer Verbindung stehenden Gebäuden umkreist gewöhnlich eine hohe kahle Mauer, welche aber bei diesem Kloster nicht ist, weil seine Lage die Annäherung eines Feindes wirksam verhindert. An einem Theile des ebenen Raumes, der nicht von Gebäuden eingenommen ist, besteht ein kleiner Garten, jedoch ohne Brustwehr, welche ein Hinabfallen verhindern könnte. Die Kirche hat ein von marmornen Säulen getragenes Portal, an dessen Hinterwand zu beiden Seiten der Thür Darstellungen des jüngsten Gerichts und die Qualen der Verdammten mit freigebiger Anzahl von Flammen und Teufeln gemalt sind. Diese Qualen der Gottlosen bemerkt man immer außerhalb des Haupttheiles der Kirche, als Typus des unglücklichen Zustandes derjenigen, die außerhalb des Schoßes der Kirche sich befinden; innerhalb sieht man sie nie. Das Innere dieser alten merkwürdigen Kirche, welche allen Heiligen gewidmet ist, hat an allen Seiten ihrer Wände Brustbilder einer großen Menge von heiligen Personen in dem gewöhnlichen steifen Stil gemalt. Sie hat 4 Säulen im Inneren, welche die Kuppel tragen (Fig. 22 Blatt 142).

Ein lieblicher Weg von ein und einer halben Stunde bringt uns, wenn man uns von dem Kloster Barlaam wieder hinabgelassen hat, zu dem Eingange des Klosters Agios Stephanos, zu dem wir auf einer hölzernen Zugbrücke Zutritt bekommen. Der Felsen, auf dem dieses Kloster sich befindet, steht auf drei Seiten abgesondert, und auf der vierten wieder von dem Berge durch einen tiefen Abgrund getrennt, der an einem Punkte, wo die Zugbrücke sich befindet, nur 12 Fuß breit ist. Das Kloster gleicht dem von St. Barlaam, indem es aus einer verworrenen Masse von Gebäuden besteht, die einen unregelmäßigen Hof umgeben. Bemerkenswerth ist die Ikonostasis dieser Kirche, denn sie zeigt schöne Schnitzereien, und die Gemälde daran sind mit Rahmen von leichter Arbeit umgeben, die aus Laub, Vögeln, Blumen in Hautrelief bestehen und auf die zarteste Weise in hellfarbigem Holze geschnitzt sind. Die ganze schöne Arbeit soll in Rußland ausgeführt worden sein. Reizend ist die Aussicht von diesem Kloster. Am Fuße des Felsens liegt der Ort Kalabak; ostwärts steht die Citadelle von Trikala über einer weiten vom Salamvria und andern in denselben einmündenden Flüssen bewässerten Ebene; darüber hinaus erstreckt sich ein Meer von blauen Hügeln bis zum Fuße des Olymps, dessen mit ewigem Schnee bekleideter Gipfel sich über alle andern Gebirge emporthürmt.

Die Klöster St. Nikolas, St. Mone, Agia Triada, Agia Rosera sind die kleinern unter den Meteoren; alle liegen auf Felsenspitzen, die nicht anders als das von Barlaam zugänglich sind; der Felsen des zuletzt genannten Klosters ist nur etwa 100 Fuß hoch, steht aber ganz vollkommen von allen andern abgesondert, ist an allen Seiten so glatt und senkrecht und so klein, daß nur für die verschiedenen Gebäude Platz ist, ohne Raum für einen Garten zu lassen.

Digitized by Google

Der ungeheure Felsen, auf dem das große Kloster der Meteoren (Fig. 7 Blatt 140) erbaut ist, wird von dem Ende einer hervorstehenden Reihe von Gebirgen durch einen ziemlich breiten Abgrund getrennt, in dessen Grunde man sich befindet, nachdem man einen Pfad emporgeklettert war, der sich zwischen Felsenmassen und ungeheueren Steinen, die in irgend einem entfernt liegenden Zeitraume herabgefallen waren, fortwindet. Hat man den Fuß dieses Abgrundes erreicht, so hält man in der Mitte dieses düstern Schlundes an und schießt eine Flinte ab, um den Mönchen unsere Gegenwart zu verkündigen. Sogleich kommt nach sorgfältigem Rekognosciren von Seiten mehrerer bärtiger Mönche ein Seil mit einem Netze am Ende aus einer Höhe von etwa 25 Klafter zu uns herab und in das Netz eingebändelt, werden wir langsam zum Kloster hinaufgezogen. Die Gebäude dieses Klosters, das größte unter allen in dieser Gegend, sind sowohl ihrem Wesen als auch ihrer Anordnung nach jenen von St. Barlaam sehr ähnlich, nur daß sie weitläufiger sind. Die Kirche ist der zu St. Barlaam ähnlich, sie befindet sich aber in besserem Zustande und die Gemälde haben glänzendere Farben und sind reichlicher mit Gold verziert; vor der Kirche ist ein großer offener Säulengang, der mit Freskobildern, sehr erbaulichen Darstellungen von den Qualen und dem Blutzeugenthume kleiner häßlicher Heiligen bemalt ist. Merkwürdig ist die Küche dieses Klosters. Dieses sehr alte Gebäude (Fig. 21), das auf dem äußersten Rande am Abgrunde steht, ist viereckig und hat ein steiles Dach von Stein, das oben offen ist. Innerhalb befinden sich auf einer viereckigen, steinernen Plateform vier Säulen, die dem Dache zur Unterstützung dienen, das ganz rund gewölbt ist, außer an dem Raume, zwischen den Gipfeln der Säulen, wo es nach dem Himmel offen ist. Diese Plateform ist der Herd, wo das Feuer angezündet wird, während kleinere Feuer von Holzkohlen rund um an der Mauer angezündet werden können, wo sich steinerne Vorrichtungen zu diesem Zwecke befinden, so daß das ganze Gebäude in der That ganz Kamin und Feuerstelle ist; und wenn an einem Festtage ein großes Gastmal vorgerichtet wird, so muß es die hauptsächlichste Schwierigkeit sein, zu verhindern, daß nicht der Koch selbst mit dem Fleisch gebraten wird. Das große Kloster der Meteoren (Meta Ora oder Wohnung auf einem steilen Felsen) soll vor mehr als 700 Jahren gegründet sein; Johann Päläologos aber erbaute im Jahre 1371 die Umfangsmauer des Klosters. Maria Palaeologos erbaute das Kloster Agia Triada, Nektarios und Theophanes von Janina das von Barlaam *).

Das Kloster des heil. Naum liegt auf einem etwas hohen und vorspringenden Theil des östlichen Ufers vom Ochridasee in Makedonien, 8 Stunden südlich von der Stadt gleichen Namens entfernt. Die Gründung dieses weitläufigen Etablissements verdankt man Kaiser Justinian, welcher dieses Kloster reichlich beschenkte mit Ländereien und Meiereien. Es ist auch jetzt noch reich und gehört unter die geringe Zahl der Klöster, welche unter der türkischen Herrschaft sich jenes Wohlstandes erfreuen, den es seiner Lage, seiner Verpflegung der Kranken und dem Umstande zu danken hat, daß es eine Militäretappe ist. Die Umfangsmauer umschließt einen geräumigen Hof und Gebäude von ein oder zwei Stockwerken, die um eine Kirche mit griechischem Kreuz in dem Stil aller slavischen und griechischen Kirchen gebaut ist. Neben dem Kreuzgange mit Zellengalerien liegen ungeheure Säle zur Aufnahme von Fremden. Im Erdgeschoß ist auch ein Empfangssaal und unter den beiden Stockwerken des Gebäudes befindet sich an der Seeseite eine geräumige Küche und Vorrathskammer. Die Umgebungen dieses Klosters sind durch herrliche Nußbaumwaldungen und schöne Ländereien bevorzugt, und der Ochrisee bietet den Bewohnern des Klosters eine ausgezeichnete Aussicht und vortreffliche Fische.

Das Kloster Rilo oder des heiligen Vaters (Sveti Otatz) in Bulgarien (42° 9′ N. B. und 21° 4′ O. L. von Ferro) liegt in einem der Hochthäler des Rilo-Dagh beiläufig 10 Stunden von Dubnitza und 5 Stunden vom Dorfe Rilo entfernt. Die Gebäude nehmen die ganze Breite eines engen von Tannenbäumen begrenzten Thales ein, und am Fuße des Gartens fließt der Bach. Um ein ebenes Terrain zu gewinnen, war man genöthigt, in den nördlichen Abhang des Thales einen Einschnitt zu machen, so daß das Gebäude auf dieser Seite in den Berg ganz eingelassen ist. Der Eingänge sind zwei, in Westen und in Osten; beide sind mit großen eisenbeschlagenen, Stadtthoren gleichen Thoren geschlossen. Das Gebäude zeigt 4 Faßaden, nämlich die beiden, in denen sich die Eingänge befinden, und auf der Nordseite zwei

*) In ähnlicher Lage, wie die Klöster der Meteoren sehen wir das Kloster der heil. Katharina auf dem Berge Sinai, von dem wir in Fig. 9 u. 10 zwei Abbildungen mittheilen.

Digitized by Google

andere, die in sehr stumpfem Winkel gegeneinander geneigt sind. Das Gebäude hat erst im dritten Stockwerk wirkliche Fenster; an den Ecken springen viereckige Thürme gegen die Faßaden vor; im ersten Stocke sind die Fenster Schießscharten. Das Ansehen dieses Gebäudes ist das einer in Hufeisenform angelegten Festung, deren südliche Seite durch die Kirche und einen Thurm geschlossen ist. Im Innern sieht man drei Etagen hölzerner Galerien übereinander, die von gemalten Säulen getragen werden, und in der Mitte der drei Hauptfaßaden springen diese Galerien in der Form viereckiger Balkone vor, die als angenehme Ruheplätze dienen. Die Galerien sind sehr breit angelegt und ganz für Spazierengehen bei schlechtem Wetter geeignet. Die Fenster der ersten und zweiten Etage gehen auf diese Galerie hinaus, was der Fall bei denen der dritten Etage in den Hauptgebäuden über den Eingängen nicht ist. Da das Kloster schon fünfmal entweder durch Nachlässigkeit oder durch Feindseligkeit der Türken abgebrannt ist, so hat man das Gebäude durch drei starke Brandmauern mit eisernen Thüren in drei Theile geschieden. Die Zellen der Mönche liegen besonders in dem westlichen Hauptgebäude und im untern Theil des Klosters; im mittleren Stock befinden sich mehrere große Säle und im dritten Stock an der Ostseite ein halbes Dutzend mit Malereien und Teppichen geschmückte Zimmer, in welchen Fremde beherbergt werden. Dieses mehr als hundert Gemächer enthaltende Gebäude umschließt einen geräumigen Hof, auf welchem sich ein alter viereckiger Thurm erhebt; eine alte bulgarische Inschrift von rothen Ziegeln, in bedeutender Höhe an der südlichen Seite angebracht, zeigt an, daß er im Jahre 6813 der Welt unter dem König Stephan Duschan von einem Woiwoden erbaut wurde, um die Mönche gegen die Räuber zu schützen. Da die Serben, den Orientalen zufolge, annehmen, daß Jesus Christus im Jahre 5508 geboren ist, so würde die vorige Zahl dem Jahre 1305 unserer Zeitrechnung entsprechen. Neben diesem Thurme liegt die Kirche, die in den Jahren 1835 bis 1839 ganz neu von Haustein in griechischer Kreuzform wiedererbaut worden ist. Das Innere wurde geschmückt mit 12 starken Säulen, theils von weißem Marmor, theils von Chloritschiefer oder von der schwärzlichen Hornblende der Umgegend. Obgleich die Kirche nur eine Höhe von 70 Fuß hat, so ist sie in diesen wilden Gebirgen nichts desto weniger ein imponirendes Monument.

Eine schöne und wohlerhaltene Kirche ist die des Himmelfahrtsklosters Detschiaai (42° 27½′ N. B. und 18° 2′ O. L.) bei Ipek im Sandschak Skutari. Sie ist von grobem weißen Marmor erbaut und innerhalb mit rothem Marmor geschmückt. Sie hat die Form eines Kreuzes mit kurzen abgerundeten Schenkeln. In dieser Kirche liegen die irdischen Ueberreste des Königs Stephan Urusch III, genannt Detschanki-Kral, der die Kirche nach seinen Anordnungen von dem Architekten Phrat Vita von Cattaro von 1325 bis 1327 erbauen ließ und sie dem Erzengel Michael widmete. Die Serben haben für diese Kirche eine große Verehrung und die Türken haben diese sehr oft zu Erpressungen benutzt.

Das Kloster Studenitza oder das Kloster des heil. Königs (Sveti Kral) (43° 23′ N. B. u. 18° 13′ O. L.) in Serbien ist eine Stiftung des serbischen Königs Stephan Nemann I., welcher im Jahre 1199 als Mönch des Klosters Chilandari auf dem Berge Athos starb, später aber im Kloster Studenitza beigesetzt wurde, von welcher Zeit an das Kloster den Namen Lavra von Simeon annahm. —

Es war anfänglich unsere Absicht, eine ausführlichere Darstellung aller bedeutenderen Klöster des Orients, nämlich der Türkei, Griechenlands, Aegyptens, Syriens, des Kaukasus u. s. w. mitzutheilen; der Stoff dafür liegt aber in so reichlichem Maße vor uns, daß wir ihn für diese Bearbeitung nicht ganz benützen können. Wir begnügen uns deshalb mit der vorangehenden Aufzählung der Klöster in der europäischen Türkei und versparen uns eine nähere Beschreibung derjenigen in den übrigen der oben angeführten Länder für einen demnächst im Notizblatt dieser Blätter mitzutheilenden besondern Aufsatz.

Wir gehen nun auf die kirchlichen Gebäude des Orients selbst über.

A. Der heilige Hof, die Area.

Aus den Beschreibungen des Prokopios und aus den alten Klöstern des Berges Athos und Aegyptens geht es hervor, daß die fern von den Städten gelegenen religiösen Gebäude des Orients vom 5. und 6. Jahrhundert an militärische Einfriedungen hatten, was sie zu wirklichen Festungen machte.

Der Reisende Ruy-Gonzalez de Clavijo, welcher Konstantinopel im Jahre 1403 besuchte, spricht folgen-

Digitized by Google

dermaßen von der Vorhalle des heil. Johannesklosters: „Und zuerſt war über dem erſten Eingange dieſer Kirche eine ſehr reiche und gut gearbeitete Figur des heil. Johannes in Moſaik; mit dieſer Thür im Zuſammenhange ein hoher von vier Bogen getragener Pavillon, unter dem man durchgehen mußte, um in die Kirche zu kommen; die Decke dieſes Pavillons und deſſen Wände ſind mit ſehr ſchönen Bildern und Figuren in Moſaik verziert ... Nach dieſem Pavillon kommt man in einen großen Hof, der von hohen Häuſern mit Galerien und unten mit Bogengängen umgeben iſt, und in dem Hofe ſelbſt findet man viele Bäume, unter andern Cypreſſen.“ Als er ſpäter von der Kloſterkirche des heil. Georg ſpricht, drückt er ſich folgendermaßen aus: „Vor dem Eingange iſt ein großer Hof mit mehreren Gärten und Häuſern, und die Kirche liegt mitten in den Gärten.“ Auf dem Grundriß der heil. Laura vom Berge Athos (Fig. 4) ſieht man die Kirche allein ſtehend auf einem mit Bäumen bepflanzten Hof.

Die längliche Form der erſten Kirchen des Orients wie es die Baſilika von Dſchemilah und die Beſchreibungen der von Konſtantin urſprünglich in Konſtantinopel angelegten Tempel andeuten, wie wir weiterhin ſehen werden, war kein Hinderniß, daß die geheiligte Area ganz oder zum Theil den Flächenraum des Gebäudes ausmachte; man ſieht davon ein ähnliches, wenn gleich anderes Beiſpiel an der Baſilika des heil. Demetrios zu Smyrna (Fig. 11). Dieſes Gebäude liegt in der Area nicht von allen Seiten frei, ſondern es iſt mit ſeinem Narthex an die weſtliche Umfangsmauer, deren einziger Eingang an der Nordſeite ſich befindet, angelehnt.

Als die byzantiniſchen Tempel eine kreisrunde oder polygonale, dann quadratiſche Form erhielten, ſchloß ſie die Umfangsmauer noch leichter ein. Die St. Sophienkirche zu Theſſalonich, welche von Juſtinian erbaut wurde, liegt im Centrum eines großen Hofes; die des Kloſters Etſchmiadſin in Erivan desgleichen; in den kleinen Städten und Dörfern wurde auch ſelbſt bei den kleinſten Kirchen ein Peribolos angelegt, wenn es der Raum geſtattete; ein Beiſpiel davon iſt eine kleine in Ruinen liegende Kirche bei Modon, deren Grundriß in Fig. 19 abgebildet iſt. Das älteſte Beiſpiel dieſer Anordnung, welche allgemein zu ſein ſcheint, war die von Konſtantin in der neuen Hauptſtadt des Reiches erbaute St. Apoſtelkirche; Euſebios, der ſie beſchreibt, ſagt darüber: „Circa ipsum templum erat ingens area.“ Die Moſcheen Achmed und Soliman zu Konſtantinopel und viele andere den griechiſchen Kirchen genau nachgeahmte und gewöhnlich für die Türken von Chriſten erbauten Moſcheen ſind auf ähnliche Art angelegt.

Der heil. Hof der erſten Kirchen des Orients wich alſo von dem der lateiniſchen Baſiliken in ſo fern ab, als er das Gebäude ganz umſchloß und ſomit an den τέμενος oder den heiligen Boden erinnerte, von welchem der Tempel Salomonis, die ägyptiſchen und griechiſchen Tempel von allen Seiten umſchloſſen waren. Bei der Beſchreibung der Baſilika der heil. Apoſtel, welche Konſtantin in Byzanz erbaute, lehrt uns Euſebios außerdem, daß dieſer Hof mit Portiken umgeben war wie die Wieſe eines Kloſterhofes; in ſeiner Beſchreibung von der zu Tyrus von dem Biſchof Paulin erbauten Kirche ſagt derſelbe Euſebios, daß die Area mit vier Galerien umgeben war, die von Säulen getragen wurden, zwiſchen denen ſich hölzerne Gitter befanden.

Im Anfange wurden die Wohnungen der Prieſter und der Kirchendiener innerhalb der Umfangsmauer der heil. Area angelegt, und eben ſo brachte man die Wohnungen für die Mönche rings um das Katholikon des Kloſters an; die Area wurde alſo der Kloſterhof, wie man aus dem Grundriſſe des Kloſters der heil. Laura auf dem Berge Athos (Fig. 4) und aus dem des Kloſters Etſchmiadſin (Fig. 17) in Transkaukaſien*) erſieht. Konſtantin hatte mit der Erbauung der heil. Apoſtelkirche das Beiſpiel dazu gegeben, wie wir von Euſebios wiſſen. Derſelbe Verfaſſer ſpricht auch von Zim-

*) Erklärung der Buchſtaben und Zahlen in Fig. 17. — A und B Oekonomiehöfe; a der Eingang am Bazar; b das Thor von dem Orte Gharzabad; c das Thor Mori-Durn; d das Thor Kali-Durn; e das Thor der Bäder; f das Thor von Trdat; 1 iſt die Kloſterkirche, die wichtigſte Kirche von ganz Armenien; 2. Wohnung des Biſchofs; 3. Zellen der Mönche; 4. die alte Buchdruckerei; 5. Kanzlei der Synode; 6. Bibliothek; 7. Refektorium mit kleinen Kuppeln; 8. die jetzige Buchdruckerei; 9. Magazin; 10. Bäckerei; 11. Seminarium; 12. Zellen; 13. Zimmer für Pilger; 14. Küchen; 15., 16. Magazine; 17. Heumagazin; 18. Wohnungen der Dienſtleute; 19. Baſſin; 20. Pferdeſtälle und Futtergelaß; 21. Bäder; 22. der Bazar; 23. Waſſerleitungen, Fontainen und laufende Brunnen; 24. Korridore; 25. Monument des Obriſten Macdonald.

Digitized by Google

mern, cubiculae, die um die Area des der Jungfrau gewidmeten achteckigen Tempels von Antiochien lagen. Der ſchon erwähnte Clavijo ſagt dasſelbe von der St. Johannes-Kloſterkirche zu Konſtantinopel. Dies war eine Nachahmung der Prieſterzellen, welche rings um den Tempel des Salomon, um diejenigen in Aegypten, und manchmal auch um die griechiſchen und römiſchen Tempel angelegt waren. Wohnungen für die Prieſter und Aufſeher ſind auch um die Moſcheen herumgebaut, wie man bei der Solimanie zu Konſtantinopel ſieht.

Die Area, oder der Platz rings um die Kirche, war gewöhnlich mit Bäumen bepflanzt; ebenfalls eine Erinnerung an den griechiſchen τέμενος, welcher das geheiligte Gehölz enthielt. Die St. Sophienkirche zu Theſſalonich ſteht in der Mitte eines mit Bäumen bepflanzten Hofes; die von St. Baradias in derſelben Stadt erhebt ſich in einem Garten, und eben ſo zeigt ſich die große Baſilika des heil. Demetrios zu Smyrna. Jedesmal, wenn die Lokalität einen großen Raum geſtattete, legten die orientaliſchen Chriſten Pflanzungen daſelbſt an, welchen Gebrauch auch die Türken beibehalten haben. Da in den griechiſchen Klöſtern die heil. Umfaſſung den Kloſterhof ſelbſt bildet, wie bei dem Kloſter der heil. Laura (Fig. 4) erwähnt wurde, ſo geben die Anpflanzungen den Mönchen einen angenehmen Zufluchtsort ab.

War in volkreichen Städten das Terrain koſtbar, ſo beſchränkten ſich die orientaliſchen Chriſten manchmal darauf, vor ihren Tempeln bloß ein Atrium anzulegen wie im Abendlande, wovon wir in der Kirche von Navarin ein Beiſpiel finden (Fig. 18).

Eine Fontaine (πηγὴ φιάλη) war für die Reinigungen beſtimmt, welche den Chriſten vor dem Eintritt in die Kirche anempfohlen war; ſie hatte ihren Platz vor der Faßade, jedoch innerhalb der geheiligten Umfaſſung. Konſtantin ließ eine ſolche vor der heil. Apoſtelkirche errichten; Euſebios nennt ſie Basilicae lavacrum. Juſtinian dotirte die Sophienkirche mit einer Fontaine, die von Jaspis war und in der Mitte einen aufſpringenden Strahl hatte. Eine andere für die Prieſter beſtimmte Fontaine beſtand aus 12 Löwen und 12 Dammhirſchen von Marmor, welche in Muſcheln Waſſer ausſpieen. Vor der Baſilika des heil. Demetrios in Salonich ſieht man noch eine byzantiniſche Fontaine, welche aus 8 Säulen mit darüber geſprengten Bogen beſteht, und in der Mitte befindet ſich eine große Wanne von weißem ſkulptirten Marmor. Der Reiſende Clavijo beſchreibt die St. Johanneskirche zu Konſtantinopel und ſagt: „Und an der Thür, durch welche man in das Schiff der Kirche tritt, befindet ſich eine ſchöne Fontaine unter einem von 8 Säulen getragenen Dom u. ſ. w.“ Dieſe eine mit einem Gewölbe überdeckte Aedieulä bildende Form war diejenige, welche die Byzantiner vorzugsweiſe annahmen und wovon wir Beiſpiele in Fig. 15 und 16 ſehen, welche aus den Klöſtern Zographos und Iwiron auf dem Berge Athos ſind. Die Phiale des Kloſters der heiligen Laura eben daſelbſt iſt im Innern ihrer Kuppel mit Gemälden verziert, welche ſich auf die geſchichtlichen Wunder des Waſſers beziehen; man erblickt da den im Waſſer ſchwimmenden Moſes, das Meer, welches ſich den Kindern Iſraels zum Durchgang öffnet, die Heilung der Ausſätzigen, den bei Moſes Anſchlagen an den Felſen hervorſpringenden Waſſerſtrahl, wie Johannes Jeſus tauft, und endlich das heilige Waſſer, das diejenigen verjüngt, welche daraus trinken.

Die Türken ahmten die Phialen der Byzantiner nach; auf allen Höfen ihrer Moſcheen ſieht man eine ſolche. Die reichſte und den mitgetheilten Beiſpielen ähnlichſte ſieht man in der Achmed-Moſchee zu Konſtantinopel.

Baptiſterium. — Die orientaliſchen Chriſten hatten wie die abendländiſchen einzelne von ihren Kirchen getrennte Baptiſterien, welche ſie wie wir mit rundem Grundriſſe, ohne Zweifel in der Meinung errichteten, dadurch an das eherne Meer des Tempels zu Jeruſalem zu erinnern. Der Kaiſer Juſtinian ließ nahe bei der Sophienkirche ein iſolirtes Gebäude für die Taufe errichten, von dem Paulus Silentiarius und der anonyme griechiſche Schriftſteller folgendermaßen reden: „Juſtinian ließ vor der Vollendung der St. Sophienkirche ein kleines rundes Gebäude mit einer vergoldeten Kuppel erbauen, das er Johannes dem Täufer widmete und es Baptiſterium nannte.“ Der Luxus, der ſich bei der Dekorazion dieſer Monumente entwickelte, ſtand demjenigen nicht nach, welcher die Baſiliken ſchmückte; die vergoldete Kuppel, von der ſo eben die Rede war, würde bereits ein hinreichendes Beiſpiel hiervon ſein, wenn der Autor, der ſie beſchrieb, nicht noch hinzuſetzte, daß der Kaiſer an dem Gebäude auch bronzene Thüren mit Inkruſtazionen von Gold und Edelſtein angebracht hätte.

Gonzalez Clavijo ſagt bei der Beſchreibung der

Digitized by Google

Kirche des heil. Georg zu Konſtantinopel: „Und vor dem Thore der Kirche befindet ſich außerhalb ein großes und ſchönes Baſſin zum Taufen, und über ihm ein Dom, der von 8 weißmarmornen Säulen getragen wird, die mit Figuren bedeckt ſind.“ Agincourt veröffentlichte nach einem griechiſchen Märtyrerkalender vom 9. oder 10. Jahrhundert, der ſich in der Bibliothek des Vatikans befindet, eine Malerei, in welcher man ein byzantiniſches Baptiſterium ſieht, das große Aehnlichkeit mit den Gebäuden dieſer Art der lateiniſchen Kirche hat, wovon man in Fig. 12, 13, 14 (Blatt 141) einige Beiſpiele ſieht.

Im Mittelalter nahm das Baptiſterium der Griechen wie im Abendlande mehrere Formen an, von denen aber das Polygon das vorherrſchendſte blieb, wovon man auch noch ein Beiſpiel in der Stadt Trapezunt am ſchwarzen Meere ſieht, das im Innern ganz mit Malereien dekorirt iſt. In der Epoche des Verfalles des griechiſchen Reiches verzichtete man ohne Zweifel auf das ſichtbare Baptiſterium; das zu der Ceremonie beſtimmte Gefaß wurde kleiner und von Kupfer hergeſtellt, und jetzt wird es von den Prieſtern in das Haus der Katechumenen getragen.

B. Grundriß der Kirchen.

Erſte Anordnung. — In den erſten Jahrhunderten der Kirche beſaßen die Abendländer, ſelbſt dem Heidenthum gegenüber, Orte zu ihren religiöſen Verſammlungen; ſie begannen damit ihre kirchliche Architektur, daß ſie die Kunſt der Alten nach ihren Bedürfniſſen anwandten. Im Orient war dies derſelbe Fall, und dort wie in Italien errichteten ſie mit ihrem letzten Heller Tempel. So wurden die Kirchen von Nikomedien, Neocäſarea und viele andere erbaut, was durch die kleine Baſilika aus den erſten chriſtlichen Jahrhunderten, welche die wiſſenſchaftliche Kommiſſion von Algerien in Dſchemilah (Fig. 24) entdeckte, beſtätigt wird, indem die in derſelben gefundenen Inſchriften in den Feldern ihres Moſaikfußbodens die Namen derjenigen enthalten, welche zu ihrem Bau Beiträge lieferten. In Fig. 20 ſieht man eine Abbildung von einem Theil dieſes ſchönen Pflaſters, das durch den Stil ſeiner Kompoſizion und ſeiner Ornamente, womit es eingefaßt iſt, augenſcheinlich darauf hinweiſt, daß der Bau des Gebäudes in die Zeit vor der Regierung Konſtantins und wahrſcheinlich in die Epoche der erſten Chriſtenverfolgungen fällt. Die Kommiſſion von Algerien hat dieſes Pflaſter in vollſtändiger Weiſe zur Kenntniß gebracht und kolorirte Zeichnungen davon in großem Maßſtabe veröffentlicht.

Die Stellen, welche die Kirchen an den ſchönſten Plätzen jener Orte vor den Paläſten der Kaiſer und Präfekten einnahmen, zeigen deutlich darauf hin, daß ſie mit Luxus und großen Dimenſionen erbaut wurden. Sie hatten anfänglich die Anordnung wie die lateiniſchen Kirchen; das Holz ſpielte eine große Rolle bei ihrem Bau, denn in der erſten der drei oben angeführten Städte fürchteten Diocletian und Galerius beim Abbrennen der Kirche eine allgemeine Feuersbrunſt, weßhalb ſie ſich damit begnügten, ſie abzureißen. Die Baſilika von Dſchemilah wurde unter Haufen von Aſche und Kohlen wiedergefunden, was zu dem Glauben berechtiget, daß ſie mit Holz bedeckt war wie alle Kirchen des Abendlandes, und als Konſtantin, welcher der Kirche die Freiheit verlieh, den Sitz des Kaiſerreiches nach Byzanz verlegte, wurden die erſten von ihm im Orient errichteten Tempel nach den heidniſchen Baſiliken und Synagogen nachgeahmt; der Kaiſer, der in ſeiner neuen Hauptſtadt der göttlichen Weisheit eine Kirche widmete, ließ ſie nach einem länglichen Grundriß erbauen; ſie brannte bei einem Aufruhr im Cirkus ab, denn ihre Schiffe waren mit Holz bedeckt. Die Kirche des heil. Johannes Studios, welche noch in Konſtantinopel beſteht, war auf ſolche Art angelegt. Die großen Kirchen von Salonichi, Bethlehem und auf dem Berge Sinai zeigen eine gleiche Anordnung, und die Neugriechen kommen wiederum auf dieſe Form zurück, wenn ſie in ihren wieder entſtehenden Städten Kirchen erbauen.

Es iſt hier der Ort zu bemerken, daß ſich gewiſſe Baſiliken des Orients von denen des Abendlandes durch einige Unterſchiede bemerkbar machen; die Baſilika von Dſchemilah, welche wegen des ſchönen Stils ihrer Moſaiken der Zeit vor der Regierung Konſtantins angehört und während der erſten Verfolgungen der Kirche abgebrannt ſein muß, hat innere und äußere Vorhallen (Fig. 24); der Eingang liegt auf der Seite, und die Umfaſſung des Sanktuariums war ein hoher feſter Bau, an den ſich die Architrave der Säulen legten; er bildete eine Cella in dem Gebäude ſelbſt. Man bemerkt keine Spur von einer Sakriſtei oder einer Apſis.

Die Kirchen Salonichi's haben gewöhnlich eine äußere Vorhalle oder einen Exonarther und einen innern

Digitized by Google

Portikus oder Esonarther, was man bei den abendländischen Basiliken nicht bemerkt, welche in der Regel nur die eine oder den andern hatten. Wir nahmen in Athen den Grundriß einer zerstörten Basilika (Fig. 25) auf, wo die Säulen, welche gewöhnlich die Schiffe trennen, durch Längenscheidemauern ersetzt waren, in denen man Thüren und Fenster angebracht hatte, so daß die drei Schiffe so zu sagen eben so viel verschiedene Kirchen unter einem Dache bildeten. Diese abgeschlossenen Seitenräume waren vielleicht für die Frauen bestimmt; man sieht auf diese Art ein besonderes Schiff an der Kamnekareakirche in Athen, das als Gynäkonitis dient.

Die Kirche des koptischen Klosters (Fig. 8) hat ebenfalls die Basilikenform, und in Fig. 23 theilen wir den Grundriß der Kirche eines andern koptischen Klosters, das der heil. Jungfrau zu Derel Adra mit, die eine der ältesten Kirchen und halb Katakombe ist. Es bezeichnen 1 Altar und vor ihm die Ikonostasis; 2 die in Felsen gehauene Apsis; 3 zwei korinthische Säulen; 4 hölzerne Abtheilungen von Gitterwerk, etwa 10 Fuß hoch; 5 Stufen, die zum Allerheiligsten führen, 6 zwei Dreiviertelsäulen; 7 acht Säulen; 8 dunkles in Felsen gehauenes Gemach; 9 Stufen, die zur Kirche hinabführen. —

Bald aber und nach der Regierungszeit Konstantins modificirten neue Begriffe im Orient die Form der heiligen Gebäude; eine ziemlich lange Periode hindurch errichtete man sie über runden oder polygonen Grundformen. Syrien gab dazu das Beispiel, als der Kaiser und Helena seine Mutter auf den durch das Leben Christi berühmt gewordenen Stellen Tempel errichteten. Im 12. Jahre seiner Regierung ließ Konstantin ähnliche in einem Theile der orientalischen Provinzen des Reiches erbauen; Rom selbst hatte die seinigen (St. Konstanzia, St. Marcellinus und Peter). Suchen wir den Ursprung dieser Neuerung zu erforschen und den Einfluß zu bestimmen, den solche auf die christliche Architektur des Orients ausüben mußte, welche sich von nun an charakterisirte und eine eigenthümliche Physiognomie annahm, die aus der allgemeinen Anwendung der Kuppeln und Gewölbe hervorging, wodurch die Dächer und Decken der Lateiner verdrängt wurden; ein unendlicher Sprung auf dem Wege des Fortschrittes, den sich die christliche Architektur bereits gebahnt hatte. Wir werden weiterhin sehen, daß ein Theil des Symbolismus, der sich in unseren Tempeln ausbildete, so wie gewisse in den Details der architektonischen Dekorazion des Abendlandes angenommene mannigfaltige Formen aus der byzantinischen Kunst hervorgingen, die wir hier etwas näher betrachten wollen.

Die heilige Helena gründete auf dem Oelberge zu Jerusalem die große Himmelfahrtskirche, also auf der Stelle selbst, wo der Tradizion zufolge Christus die Erde verließ. Dieses Monument war rund nach den Berichten der Schriftsteller und nach dem auf Wachstafeln im 7. Jahrhundert von dem Bischof Arkulph gezeichneten und in den Annalen der Benediktiner gravirten Plan. Auf dem Boden selbst waren die letzten Fußstapfen des Heilands sorgfältig unter einem großen brozenen tegimen erhalten worden. Dieses nach oben hin ganz offene Gebäude (Fig. 27) wie die Hypäthraltempel der Alten, gestattete die Betrachtung des himmlischen Domes, und dies war nach den Worten des jerusalemitischen Bischofs Kyrillos „die Pforte, durch welche der Erlöser in den Himmel gehoben wurde.

Dieser Triumph Christi im blauen Himmelsgewölbe, dieser kreisrunde Tempel, der die Stelle umfaßte, wohin die Tradizion diesen Triumph versetzte, mußte auf die orientalische Phantasie einen so neuen und ergreifenden Effekt hervorbringen, daß von nun an alle christlichen Tempel jener Regionen sich über ähnlichen Grundrissen erhoben und so angeordnet wurden, daß sie eine große Kuppel tragen konnten, in der die Malerei oder die Mosaik den triumphirenden Jesus Christus von Engeln umgeben darstellt. Die Kuppel der Kirche des heiligen Georg zu Konstantinopel stellt den Heiland dar, wie er gen Himmel fährt. Die schöne byzantinische Mosaik in der Kuppel der St. Sophienkirche zu Thessalonich zeigt die kolossale Figur Jesu in einer von zwei Engeln mit ausgebreiteten Flügeln getragenen Glorie und darunter in griechischen Buchstaben die Worte: „Männer von Galiläa . . . dieser Jesus, der Euch verlassend sich in den Himmel erhebt, wird auf dieselbe Art wiederkehren, wie ihr ihn, sich erhebend, gesehen habt."

Zahlreiche runde oder polygonale Tempel erhoben sich von dieser Zeit an im ganzen oströmischen Reiche, wovon die berühmtesten waren: die Kirche der heiligen Jungfrau im Thal Josaphat, der goldene Tempel zu Antiochia, die Himmelfahrtskirche auf dem Oelberge. In Salonichi sieht man noch in der von Konstantin erbauten Kirche des heil. Georg (Fig. 28) eine derje-

Digitized by Google

nigen, die er in seinem ganzen Reiche errichtete. In Rom wurden die Kirchen der heiligen Konstanzia und des heil. Marcellin und Peter (Torre Pignatarra) ebenfalls vom Kaiser erbaut. Bis in die ersten Jahre der Regierungszeit Justinians wurden Tempel dieser Art in der Hauptstadt des Reiches aufgeführt, wie aus den Beschreibungen des Prokopios und älterer Reisender zu entnehmen ist. Der erste citirt die Klosterkirchen des heil. Johannes und Ephthimiu und der heil. Maria Peribole, welche Clavijo folgendermaßen beschreibt: „Der Körper der Kirche des heil. Johannes ist wie ein großer runder Saal und darüber eine sehr hohe Kuppel . . . Der Körper der Kirche der heil. Maria Peribole ist ein runder und hoher Saal.“ Der heil. Arkulph führt mehrere runde Kirchen in derselben Stadt Konstantinopel an. In Athen (Fig. 26) haben wir den Grundriß einer achtseitigen Kirche mit Exedren, die den heil. Aposteln gewidmet und ganz in dem Geiste der ersten byzantinischen Begriffe aufgefaßt ist.

Zweite Anordnung. — Die orientalischen Christen erkannten es bald, wie unvollständig ein ganz kreisrundes oder vielseitiges Gebäude für die bequeme Versammlung der Gläubigen sei, und Konstantin selbst modifizirte die Form der Kirchen; er errichtete über dem Grabe Christi einen Tempel, dem er zwar eine runde Gestalt gab, jedoch eine Basilika hinzufügte, in welcher Beziehung die Ausdrücke des Eusebios keine Zweifel zulassen. Der von dem heil. Arkulph im 7. Jahrhunderte gezeichnete Plan (Fig. 29) *) gibt diese Nebenbauten an, welche Anordnung noch jetzt dieselbe in der heil. Grabeskirche ist. Als später der Kaiser in Konstantinopel den berühmten Tempel der heil. Apostel erbaute, gab er ihm nach Gregorius von Nazianz und Prokopios die Form eines lateinischen Kreuzes und überdeckte das Sanktuarium mit einer Kuppel, wie man aus Eusebios entnehmen kann, welcher dieses Monument beschrieb; und endlich sagt der anonyme Topograph von Konstantinopel, daß das Schiff mit Holz bedeckt war. Hält man diese Angaben zusammen, so geht daraus hervor, daß diese Kirche, welche in der Hauptsache nach den großen lateinischen Basiliken erbaut war, gegen diese darin einen Unterschied zeigte, daß sie eine Kuppel hatte, die sich in der Mitte über dem Kreuze und über dem Sanktuarium erhob, um an die runde Himmelfahrtskirche zu Jerusalem und an den Triumph Jesu zu erinnern.

In Thessalonich sieht man noch eine dem heiligen Elias geweihte Kirche, welche in ihrer Anordnung der der heiligen Apostel gleicht und ein lateinisches Kreuz bildet; vier Pfeiler des Sanktuariums tragen eine hohe Kuppel.

Die Hinzufügung der Kuppel zur Basilika war eine Ursache des Fortschrittes in der Kunst der Byzantiner; in die Mitte des Kreuzes gestellt, erforderte die Kuppel den Bau von vier Pfeilern, um sie zu tragen, welche Pfeiler unter sich durch Gurtbogen und Pendentifs verbunden wurden, um das direkte Unterstützungsmittel zu vervollständigen; das Gewicht der Kuppel führte auf die Ueberwölbung der Querschiffe,

*) In dieser Fig. bezeichnen: 1. das runde Mausoleum; 2. das Grab des Herrn; 3. zwei Altäre; 4. drei Altäre; 5. kreisrundes Schiff der Kirche; 6. Kirche von Golgatha; 7. den Altar Abrahams; 8. den Ort, wo das heil. Kreuz und die der beiden Schächer unter der Erde gefunden wurden; 9. hölzernen Tisch; 10. den Ort, wo Tag und Nacht Lampen brennen; 11. Kirche der heil. Jungfrau; 12. die Basilika Konstantins oder das Martyrium; 13. Exedra mit dem Kelch des Herrn. Zur Vergleichung haben wir in Fig. 31 die heil. Grabkirche dargestellt, wie sie jetzt beschaffen ist. Das heil. Grab in der Mitte des Gebäudes ist mit einem Kreuz bezeichnet. Fig. 1. ist der Eingang zur Kirche; 2. der Stein der Salbung; 3. Ort, wo unser Heiland an das Kreuz geschlagen wurde; 4. der Kalvarienberg; 5. Kapelle der Opferung des Isaak; 6. Kapelle mit dem Altar des Melchisedek; 7. Stufen zum Kalvarienberge; 8. Treppe zur Kapelle der heil. Helena hinab; 9. Treppe zur Kapelle der Kreuzeserfindung; 10. der Ort, wo die Kreuze gefunden wurden; 11. Kapelle der Theilung der Gewänder; 12. Gefängniß unseres Heilandes; 13. griechischer Chor, wo ⊙ der Mittelpunkt der Welt; an beiden Seiten Betstühle für die Mönche; 14. Chor der Lateiner; 15. Ort, wo Maria Magdalena stand; 16. Ort, wo unser Heiland der Maria Magdalena erschien; 17. die Säule der Geißelung; 18. Gemächer des lat. Klosters; 19. Kapelle der Maroniten; 20. Kapelle der Georgier; 21. Grab des Joseph von Arimathia; 22. Kapelle der Kopten; 23. Kapelle der Jakobiten; 24. Kapelle der Abyssinier, über welcher sich die Kapelle der Armenier befindet; 25. Ort, wo die heil. Jungfrau und der heil. Johannes während der Kreuzigung standen; 26. Stufen vor dem Eingange des heil. Grabes; 27. Vorgemach zum heil. Grabe, in der Mitte der Stein, wo der Engel saß; zu beiden Seiten zwei Fenster, aus welchen das heil. Feuer der Menge gereicht wird; 28. die Ikonostasis oder die Bilderwand vor dem griechischen Altare.

Digitized by Google

dann auf die des Langschiffes, um dem Druck einen hinreichenden Widerstand entgegen zu setzen und eine innigere Verbindung aller Theile unter sich zu bewirken. Dieses Bedürfniß beseitigte die fortlaufenden Kolonnaden der lateinischen Basilika. Die Abschaffung des Dachstuhls und der in den abendländischen Kirchen angewendeten Decken war die Folge dieser nothwendigen Neuerungen.

Dritte Anordnung.—Konstantin wendete zuerst im Orient die lateinische Form, später den Kreis und das Vieleck an, und endlich hatte er aus diesen Kombinazionen ein Ganzes gebildet, woraus, wie wir sogleich sehen werden, ein neuer byzantinischer Kirchenplan hervorging. Seine Nachfolger veränderten die Formen beträchtlich; das lateinische Kreuz oder das mit einem langen Schenkel wurde aufgegeben, um dem griechischen Kreuz zu weichen, dessen vier Schenkel gleich sind, und dazu gab der Symbolismus die erste Veranlassung. Die Verbindung von vier Gammas (dem griechischen Buchstaben und die Zahl drei bedeutend) bildete ein griechisches Kreuz, das man Gammada (Fig. 30) nannte und an die heil. Dreieinigkeit erinnerte. Die alte um den Brunnen der Samariterin zu Sichem erbaute Kirche, welche vom heil. Arkulph im 7. Jahrhundert gezeichnet wurde, war auf solche Art eingerichtet (Fig. 32). Folglich waren die Kuppel und das gleichartige Kreuz unterscheidende Charaktere des christlichen Tempels im Orient und zwei miteinander innig verbundene Glaubenssymbole.

Als der byzantinische Stil der schismatischen Griechen eine eigene Kunst wurde, erschien die Modifikazion des Grundrisses ohne Zweifel nothwendig, um ihn auszudrücken. Die Architektur des Orients nahm nach den Versuchen von Konstantin und seinen Nachfolgern unter der Regierung des Justinian die Physiognomie an, die sie völlig von der der abendländischen Christen unterscheidet. Nachdem dieser Fürst im ganzen Umfange des Reiches, von Karthago bis zum schwarzen Meere, von Kleinasien bis zum adriatischen Meere, Klöster erbaut hatte, behielt dieses neue System die Oberhand.

Untersucht man den Grundriß der im Anfange dieser Regierung erbauten Kirchen, so bemerkt man zuvörderst, daß der Centraltheil, über den die Kuppel aufsteigt, im Verhältniß zu dem übrigen Gebäude sehr ausgebildet ist; die Ursache davon liegt in der noch frischen Erinnerung an die runden oder polygonalen Tempel Konstantin's und Helena's. Die Kirche St. Vital zu Ravenna, und diejenige, welche man die kleine Sophienkirche zu Konstantinopel nennt, befinden sich in diesem Falle; die erste erhebt sich über ein an die heil. Muttergotteskirche zu Antiochia erinnerndes Polygon; die Seitenschiffe sind nur enge Galerien. Der Grundriß der kleinen, dem Sergius und Bachos geweihten kleinen St. Sophienkirche (Fig. 33), deren Bau dem des großen Tempels des christlichen Konstantinopels voranging, zeigt schon die transitorischen Anordnungen, welche dem Fortschritt der byzantinischen Kunst zu folgen gestatteten. Wie bei der Kirche St. Vital in Ravenna ist der mittlere Theil der Kuppelpfeiler sichtbar; Exedren treten in gekrümmten Linien in die Seitengalerien vor, die Mauern aber, welche das Gebäude umgeben, bilden einen viereckigen quadratischen Einschluß, welcher zweckmäßiger ist als ein polygonaler: eine wichtige Verbesserung für die Stabilität des Baues und für sein äußeres Ansehen. Der Narthex wird ein langer die ganze Breite des Tempels einnehmender Saal, der bloß einige Arkaden als Oeffnungen hat. Das griechische Kreuz ist in dem Plan durch die vier nach den vier Weltgegenden gerichteten Hauptöffnungen, nämlich beim Eingange in das Hauptschiff, gegenüber davon gegen die Apsis, und rechts und links gegen die Seitengalerien angedeutet.

Dieser Grundriß diente den Baumeistern der großen Sophienkirche, die nur eine größere Ausbildung davon ist, als Vorbild, und in der That zeigt die letztere (Fig. 42) zuvörderst von außen eine quadratische Masse, in welcher die Apsis an der Ostseite einen halbkreisförmigen Vorsprung bildet; an den vier Ecken liegen unregelmäßige Säle, in welche die Exedren vorspringen. Bis dahin ist die Aehnlichkeit ganz vollständig. Das Schiff der Sophienkirche ist oblong und trägt eine Central-, so wie zwei Halbkuppeln, folglich besteht hier ein Unterschied gegen das Vorbild, der durch die große Ausdehnung der beiden viereckigen mit Säulen dekorirten Säle hervorgebracht wird, welche im Innern des Gebäudes die Form eines griechischen Kreuzes kompletiren. Bei dem neuen wie bei dem alten Plane sind die Narthex lange Säle, welche die ganze Breite des Gebäudes einnehmen; eine Einrichtung, welche allgemein wurde, wie man aus dem Plane der Sophien-

Digitized by Google

kirche (Fig. 42) und aus den Grundrissen der kleinen Klosterkirchen (Fig. 38, 39 und 40) ersehen kann *).

Wahrscheinlich ist es, daß die in den ersten Jahren der Regierung Justinians erbauten Klosterkirchen Aehnlichkeit mit denen hatten, die so eben der Gegenstand unserer Unterhaltung waren; leider aber sind sie wie die der vorhergehenden Perioden meistens in verschiedenen Epochen wiederhergestellt worden, und die ursprünglichen Typen verschwanden, um den Modifikazionen zu weichen, welche jedes Jahrhundert mit sich brachte.

Vierte Anordnung. — Die für die christliche Baukunst so glänzende Regierung des Justinian hatte indessen bei der Neuheit des byzantinischen Stils auch unvollkommene Pläne hervorgebracht; nach ihm gründeten die Kaiser viele Kloster- und Pfarrkirchen, welche Gebäude mit einer tiefen Kenntniß der Kultusbedürfnisse angelegt wurden; die verschiedenen Theile erhielten bessere Verhältnisse, die Unregelmäßigkeiten der früheren Kirchen verschwanden, um einer wohlverstandenen auf einer guten Konstrukzion basirten Symmetrie Platz zu machen: ferner schaffte man die mit Säulen geschmückten Exedren ab, welche noch dazu beitrugen, die innere Regelmäßigkeit zu stören. Die in der Achse der Seitenschiffe oder bei dem Sanktuarium liegenden Sakristeien schlossen sich an der Ostseite mit kleinen vorspringenden Apsiden ab, oder sie wurden halbkreisförmig in der Mauerdicke ausgespart; ihrer Verhältnisse wegen behalten diese Bautheile im Orient eine eigenthümliche Physiognomie.

Auf diesem Wege des Fortschrittes wurden die religiösen Gebäude der Griechen während der ganzen Periode zwischen der Regierung Justinians und der Einnahme von Konstantinopel durch die Türken in der Mitte des 15. Jahrhunderts geleitet; die Kirchen der meisten Klöster wurden auf solche Art und gewöhnlich von den Händen der Mönche selbst ausgeführt. Wir vermochten hier nur einen flüchtigen Umriß über die große Mannigfaltigkeit zu geben, die sich in den Klosterkirchen des Orients zeigt, welche wohl immer nach einem Systeme gedacht, unter sich aber beträchtliche Verschiedenheiten haben, welche Zeugniß ablegen von der reichen Erfindungsgabe der Orientalen. Selbst da, wo die den Kreuzzügen folgenden Eroberungen einen Theil des griechischen Kaiserreiches unter die Abhängigkeit abendländischer Fürsten brachten, erhielt sich dieses System der Anordnung der Klosterkirchen augenscheinlich in seiner ganzen Kraft aufrecht. Zum Beweise dessen dürfen wir nur die Muttergotteskirche in Mistra bei Sparta und die Kirche von Daphni auf der Straße von Eleusis besuchen. Bei diesem letztern von den Benediktinern gegründeten Kloster ist die Kirche gegen den im Orient üblichen Gebrauch nicht isolirt stehend, und der sich wie im Abendlande anschließende Kreuzgang beweist, daß das Kloster von den Venezianern oder den französischen Fürsten Athens, wenn nicht gegründet, doch wiederhergestellt worden ist; die Kirche aber, deren Vorhalle die lateinische Form hat, ist nichts desto weniger nach dem orientalischen System erbaut (Fig. 40).

Die Kirche des Muttergotteskloſters zu Mistra, welche an die Umfassungsmauer der Mönchswohnungen stößt, legt sich gegen einen Hügel. Die große, nördlich mit Säulen geschmückte und nach dem abendländischen System erbaute Vorhalle diente zum Eingang für die Männer; die Frauen gelangten zum Gynäkonitis oder zur Tribune der ersten Etage über die an dem Hügel angebrachten Stufen (Fig. 41).

In den letzten Jahrhunderten hörten die griechischen Christen im Allgemeinen auf ihre Kirchen nach dem Vorbilde der byzantinischen einzurichten und kehrten vorzugsweise zu dem Plan der lateinischen Basilika zurück, sei es nun, daß sie die Vorzüge der länglichen Formen für die Versammlung einer großen Menge von Gläubigen erkannten, oder geschah es wegen der Annäherung, die sich zwischen der römischer und griechischen Kirche bemerkbar machte. Vielleicht wollte man auch die Moscheen nicht nachahmen, welche seit der Eroberung der Türken fortwährend nach dem Muster der byzantinischen Kirchen ausgeführt wurden. Diese letztere Hypothese ist glaubwürdig, denn in Betreff von allem, was die gemalte oder skulptirte Dekorazion ihrer Tempel

*) Fig. 40 ist der Grundriß von dem bis auf die Kirche in Ruinen liegenden Kloſter Daphni bei Athen. A ist die Kirche, von der wir in Blatt 576 u. 577 im Jahrgange 1853 zwei Ansichten mittheilten; B ist der Klosterhof; C der Garten; D gothische Faßade der Franken, vorn eine Terrasse, darunter der Keller; E Ausgang in den Garten; F Eingang in den Klosterhof; G Vorhalle mit dem Grabe eines Herzogs von Athen; H der Narthex; I Glockenthurm; J Mosaiken, auf der einen Seite die Flucht nach Aegypten, auf der andern die Wiedererweckung des Lazarus darstellend; K Brunnen; L Treppe zur Terrasse; t Grabmal mit dem Wappen der Familie la Roche; g offenes Grab.

Digitized by Google

betrifft, befinden sich die Griechen noch heutigen Tages auf dem Wege, den ihnen die ersten Jahrhunderte des Mittelalters im Orient vorzeichneten; die Baukunst würde dieselbe Richtung verfolgt haben, wenn irgend ein mächtiger Grund dies nicht verhindert hätte.

C. Faßaden der Kirchen.

Erste Anordnung. — Die Umwandlungen, welche wir in dem Grundriß der orientalischen Kirchen bemerken, mußte natürlich auch auf die Ausbildung der Faßaden ihren Einfluß äußern, und in der That als Konstantin zuvörderst Basiliken erbaut hatte, die denen des Abendlandes ähnlich waren, zeigten sie denselben Anblick als die der lateinischen Kirchen, was man an der Basilika des heil. Johannes Studios zu Konstantinopel, an der des heil. Demetrios und an der Eski-Dschami zu Thessalonich, dann an einer großen Anzahl von kleinen im ganzen orientalischen Reiche verbreiteten Kirchen bemerken kann. Als aber der Kaiser die kreisrunden oder die polygonalen Kirchen errichtete, von denen wir die Grundrisse im Vorhergehenden kennen lernten, mußte die äußere Architektur dieser Gebäude schon wegen der Veränderung dieser Formen eine ganz andere Gestaltung erhalten. Die neuen Grundrisse führten nothwendigerweise darauf den obern Theil der Gebäude mit großen Kuppeln zu krönen, deren Formen ohne Zweifel nicht neu waren, denn der Topo Asiens, der Tholos der Griechen, das Pantheon der Römer, die Kuppel der Sassaniden waren Beispiele aus frühern Zeiten; doch hatte der byzantinische Dom vom Anfange an gegen seine Vorgänger bedeutende Verschiedenheiten. Die Kuppel mußte innerhalb eine gemalte Darstelluug der Himmelfahrt Christi enthalten und konnte daher im Scheitel nicht offen sein wie die des Pantheons von Agrippa; man erhellte sie durch Fenster an ihrer Basis, um das Gemälde zu beleuchten, welches das Motiv zu ihrem Bau war. Diese Fenster, mit denen St. George zu Thessalonich und die Kirchen der heil. Marcellin und Peter zu Rom, die von Konstantin errichtet wurden, versehen waren, benahmen im Anfange diesen ersten byzantinischen Gebäuden die antike Physiognomie nicht ganz. So zeigte die Kirche der heil. Marcellinus und Peter bei Rom (Torra Pignaterra), eines der heiligen Gebäude aus der Zeit des Konstantin, die mit sichtbaren Kuppeln bekrönt waren, eine gedrückte Kuppel, wie sie die Römer ausführten; ein die vertikalen Mauern abschließendes Hauptgesims begrenzte das sphärische Segment an seiner Basis, und unterhalb desselben öffneten sich die zur Beleuchtung der inneren Gewölbe dienenden Fenster. Die Beschreibung, welche Eusebios von der Kirche der heil. Apostel, die Konstantin in Byzanz erbaute, uns mittheilt, beweist es klar, daß ein Theil des Gebäudes mit Terrassen bedeckt war, was nur um eine Kuppel herum stattfinden konnte, weil der übrige Theil des Gebäudes einen hölzernen Dachstuhl hatte.

Die ersten Anwendungen, welche an christlichen Gebäuden des Orients mit einem Kuppelgewölbe über dem Centralbau gemacht wurden, hatten also die Folgen: 1. daß sich am Aeußern des Gebäudes eine gedrückte Kuppel, 2. horizontale Bekrönungen mit Terrassen um diese Kuppel herum, 3. Fenster als Ochsenaugen oder in gewöhnlicher Form in den cylindrischen Mauern zeigten, welche den runden Raum umschlossen, über dem sich die Kuppel erhob. Die Schiffe und übrigen dazu gehörigen Bauten, die nach Art der Abendländer errichtet waren, legten sich an diesen cylindischen Bau (der vom heil. Arkulph im 7. Jahrhundert gezeichnete Plan der heil. Grabkirche läßt darüber nicht in Zweifel), und diese Verbindung der lateinischen Konstrukzionsform und der von einer Kuppel überragten Rotunde mußte den Faßaden das gemischte Ansehen antiker Kunst und des Stils der ersten Kirchen geben.

Die ersten Mönche des Orients konnten nicht anders als die Faßaden ihrer Bethäuser oder Kapellen beinahe so wie die der abendländischen Provinzen des Reiches erbauen und dekoriren. Alte kleine nach denen der Lateiner erbaute Kirchen, die man in mehreren Gegenden Griechenlands und besonders in Attika und Morea sieht, können einen Begriff von dem Stil geben, in dem die ersten Versuche der Mönche ausgeführt sind; als aber unter Konstantin das Symbol der Himmelfahrt Christi eine die Kirche beherrschende Kuppel wurde, dachten sie darauf, freilich in beschränkteren Verhältnissen, das nachzuahmen, was mit den großen Tempeln der orientalischen Christenheit vorging. Aegypten und Nubien zeigen uns noch jetzt einige dieser Kuppeln, welche die Mönche über antiken Monumenten errichteten, aus denen sie anfänglich ihre Kirchen machten. In diesen Gegenden mußte der Mangel an Bauholz, mehr als irgendwo, auf die Annahme dieser sphärischen Gewölbe führen. Als sie diesen Weg der Nachahmung oder der Nothwendigkeit einmal betreten, so blieben sie

Digitized by Google

auf demſelben und folgten dem Impulſe, welcher damals die orientaliſche Kunſt in eine neue Richtung führte.

Zweite Anordnung. — Als ſich nach der Regierung Konſtantins das Schisma der griechiſchen Kirche von Tag zu Tag in immer beſtimmterer Form zeigte, entfernte ſich die chriſtliche Aechitektur des Orients mehr und mehr von den Formen, welche die abendländiſche Kirche angenommen hatte; die Holzdecken verſchwanden und an ihre Stelle traten ſolide Gewölbe; man verzichtete auf Giebel und Frontons, welche durch die Dachſtühle bedingt waren; die Terraſſen, welche anfänglich nur um die Kuppeln herum lagen, dehnten ſich bald über das ganze Gebäude aus, deren Mauern von jetzt an nur mit horizontalen Geſimſen bekrönt wurden, die von außen die Terraſſen andeuteten, mit denen das ganze Gebäude bedeckt war; nur eine Kuppel erhob ſich über dieſe rechtwinckligen Maſſen. So zeigt ſich die Kloſterkirche von Sergius und Bacchos zu Konſtantinopel, die im Anfang der Regierung des Juſtinian erbaut wurde, und in derſelben Stadt, ſo wie in Athen ſieht man zwei chriſtliche Tempel, die Beiſpiele von dem Anſehen dieſer Würfelgebäude geben; die erſte liegt in dem Quartier der Bäder der Hauptſtadt des Reiches, die andere aber iſt die Panagia Nikodemu an der Oſtſeite der Stadt Athen, von welchen beiden Bauwerken Fig. 34 u. 35 Anſichten darſtellen. Die Kirche (Blatt 143 Fig. 34) ſcheint ein alter Bau zu ſein, obſchon nach der zweiten Periode der byzantiniſchen Kunſt, wie aus der Form der Kuppel hervorgeht. Dennoch hat man an derſelben, wie bei Fig. 35 die kubiſche Anordnung beibehalten, welche während der zwei Jahrhunderte angenommen wurde, die zwiſchen der Regierung Konſtantins und der Juſtinians liegen. Die Panagia Nikodemu iſt aus einer jüngern Epoche als das vorige Gebäude, was durch die Form der Kuppel und die vielen gekuppelten Fenſter an den Faßaden bewieſen wird.

Dritte Periode. — Als Juſtinian die durch Faktionen des Cirkus zerſtörte Sophienkirche wiederherſtellen ließ, nahm man neue Beſtimmungen für den Bau und die Dekorazion dieſes großen Gebäudes an, welche der byzantiniſchen Kunſt einen Weg vorzeichneten, der bis dahin noch nicht betreten war. Aus dieſem Monumente blickt ſchon die Abſicht durch, die Zahl der Kuppeln zu vermehren, wie es bei den Klöſtern des Berges Athos der Fall iſt, und wie man es bei vielen Kirchen in Konſtantinopel ſieht. Es war dies eines der charakteriſtiſchen Zeichen dieſer dritten Periode. Auch bemerkt man an der Sophienkirche (Fig. 37) einen andern Gedanken der Architekten, den nämlich, die äußere Rundung der Kuppel zum Auflegen der Ziegel oder der Bleibedeckung zu verwenden, um auf dieſe Art das Zimmerwerk zu entbehren. Dieſe beiden Neuerungen führten auf ganz neue Formen in Betreff des allgemeinen Anblicks der Faßaden, und zwar 1. die Hauptkuppel verbleibt wie im Anfange über der Durchſchneidung der Kreuzesarme, und rings um dieſelbe gruppirt man kleinere Kuppeln wie bei der Kirche des Pantokrators in Konſtantinopel, wo niedrigere Kuppeln die Querſchiffe und den vordern Theil des Schiffes bekrönen, und bei der Kirche der heil. Theodoſia in derſelben Stadt, bei der ſich kleine Kuppeln über den vier Ecken des Monuments erheben. Bei den Klöſtern des Berges Athos veränderte man ebenfalls den Platz dieſer obern Bautheile der Kirchen, und die Kuppeln daſelbſt, deren Zahl oft ſieben oder neun beträgt, ſind gewöhnlich Heiligen gewidmet, mit Ausnahme jedoch der mittleren Kuppel, welche allemal dem Allmächtigen angehört. 2. Als in jener Epoche die Griechen ihre Schiffe und Querſchiffe erbauten, überhöheten ſie dieſelben mit cylindriſchen extradoſſirten Gewölben, auf die unmittelbar die Ziegel- oder Metalldeckung gelegt wurde, was die Folge hatte, daß der obere Theil der Faßaden an denjenigen Stellen eine gekrümmte Form erhielt, an denen die Lateiner eckige Giebel errichteten.

Dieſes ſich von den Mittelſchiffen über die Seitenſchiffe, den Narthex und den Nebenkapellen ausdehnende Konſtrukzionsſyſtem verlieh den Gebäuden einen eigenthümlichen Anblick, bei welchem die gerade, horizontale oder ſchiefe Linie von den obern Theilen verſchwand und die hervortretenden Krümmungen außerhalb alle Gewölbe des Gebäudes andeuteten. Als Beiſpiele davon führen wir die Faßaden der Kirchen des Pantokrators, der Mony tys Choras, des Theodokos tu Libu in Konſtantinopel an, welche alle Entwickelungen dieſes kirchlichen Architekturſyſtems darſtellen (Fig. 36, 45 und 50), und als im Jahre 996 die Venezianer ihre Baſilika St. Markus erbauten, nahmen ſie ſich dieſelben zum Vorbilde, weil in jener Zeit dieſer Bauſtil in voller Blüthe ſtand.

Einige ſchöne im 16. Jahrhunderte erbaute Klo-

Digitized by Google

sterkirchen Venedigs sind auch nach diesen Vorbildern gebaut und selbst in unsern Tagen sieht man sie nachgeahmt an der großen Kirche auf der Insel Tinos, wovon Fig. 43 eine Ansicht ist.

Vierte Periode. — Noch eine vierte Art der Faßaden byzantinischen Stils ist zu bemerken, die als eine Verbindung der christlichen Baukunst des Orients und des Occidents und als ein Zurückkommen auf die ersten transitorischen Bauweisen Konstantins zu betrachten, und wozu der Grund vielleicht in der Tendenz der Annäherung der griechischen und römischen Kirche zu suchen ist. Dieses System spricht durch Frontons und Giebel die Neigung der Dächer aus, obschon die Byzantiner die Dachwerke in ihren alten Bauten, wenigstens von Justinian an, nicht angewendet haben. Die hauptsächlichsten Kirchen von Athen, ob Kloster- oder andere Kirchen, haben diese abendländischen Formen, wie aus Fig. 46, 48, 49 u. 57 zu ersehen ist, von denen die letztere das Katholikon, die erstere die Kirche Kamnekarea, die beiden andern aber eine kleinere Kirche darstellen und wozu auch die Kirchen St. Theodor und St. Taxiarchis (Fig. 63), so wie die zu Daphni auf der Straße nach Eleusis, ferner die Kirchen von Vatopädi und Iwiron auf dem Berge Athos, und Samari in Morea (Fig. 65) gehören. Alle diese Gebäude haben Frontons oder Giebel an den Außenseiten ihrer Hauptschiffe, Querschiffe und manchmal ihres Narthex. Diese Anwendung des Frontons zeigt sich in gewissen Fällen an ein und derselben Faßade mehrmals, wie wenn man sie mit einer ausgezackten Bekrönung schmücken wollte. Athen und Mistra zeigen bemerkenswerthe Beispiele in dieser Beziehung. In der ersten Stadt erinnert die in der Mitte der Hermesstraße stehende Kamnekareakirche (Fig. 46) mit ihren vielen Giebeln und ihren Seitenfaßaden an gewisse Kirchen des Mittelalters in Frankreich, z. B. an St. Severin in Paris, bei der jede Kapelle mit einem Fronton geziert wird. Die Muttergotteskirche in Mistra, welche einem ehemaligen Kloster angehört, zeigt ebenfalls diese Eigenthümlichkeit an der seitlichen Vorhalle und an den drei Schiffen der Hauptfaßade; auch sieht man das Bogenabgleichungssystem an derselbe Kirche und zwar am Ende der Querschiffe und an den daran anstoßenden Gewölben angewendet.

Wenn endlich die Verbindung der lateinischen mit der byzantinischen Kirchenarchitektur in den vorangeführten Beispielen nachgewiesen ist, so dürfte hier auch der Ort sein, den Einfluß bemerklich zu machen, den die während des Mittelalters in unseren Gegenden herrschende Kunst auf die orientalische ausübte. Das Abendland, welches dem so fruchtbaren Genie des Orients so viele Formen entnommen, führte ihm durch die Eroberung die seinigen aber auch zu. An der Faßade der Hauptkirche des berühmten Klosters Etschmiadsin bei Erivan (Fig. 44) bemerkt man eine zwei Etagen hohe Vorhalle mit einem Fronton, wie den an der Kathedrale von Verona. Die Sophienkirche zu Trapezunt zeigt an ihrem Seitenportal den Spitzbogen, das Vierblatt und skulptirte Gegenstände aus dem alten und neuen Testament, die ganz im abendländischen Stil ausgeführt sind; die Herrschaft der Villehardouins und der Gui de le Roche in Griechenland steht geschrieben an den Kirchen von Chalkis, Mistra und des Klosters Daphni, an deren Glockenthurme und Anbauten der Spitzbogen, das Dreiblatt und Skulpturen bemerkbar sind, welche den augenscheinlichen Beweis von der Einführung europäischer Gebräuche und Formen liefern.

Seitenfaßaden. — Die runden oder polygonalen Kirchen der ersten byzantinischen Zeit hatten gewissermaßen keine Seitenfaßaden, weil ihre Umrisse nach allen Richtungen hin denselben Anblick hatten; da sie aber nach den Weltgegenden gestellt waren, so gab es eine Nord- und eine Südseite. Als nach der Regierung Konstantins die vierseitige Form angenommen wurde, gingen zwei Faßaden aus dieser Anordnung hervor, die gewöhnlich mit Blindbogen und mit ein oder zwei Schichten Ziegel stark überwölbten Oeffnungen verziert sind. Das opus reticulatum oder mannigfaltige Verbände von Stein mit abwechselnden gebrannten Ziegelschichten zeigen sich an diesen Faßaden, wovon man schöne Beispiele an den großen Kirchen der Jungfrau Μονὴ τῆς Χώρας, Theotokos u. s. w. in Konstantinopel, und an den Kirchen von Athen (Fig. 35, 48, 49, 50, :c.) findet. Im Allgemeinen legte man in der Mitte jeder Seitenfaßade eine zum Querschiff führende Thür an. Alle Perioden der Kunst haben einige seltene Beispiele, daß diese Nebeneingänge mit Vorhallen versehen waren. Ueber den Thüren sind gewöhnlich Fenster angebracht, welche die Enden der Querschiffe beleuchten und in ihrer äußern Form mit den bogenförmigen oder dreiseitigen Giebeln harmoniren, welche mehrere Phasen der neugriechischen Architektur charakterisiren. Außer

Digitized by Google

diesen hauptsächlichsten Anordnungen bemerkt man hier auch oft Fenster, welche die oberen Galerien beleuchten, die für die Frauen bestimmt sind. Der die ganze Breite des Gebäudes einnehmende Exonarther stößt mit seinen Enden an die Seitenfaßaden, von welcher Seite man es oft besser als von vorn erkennen kann, ob er dachartig bedeckt oder ob sein Gewölbe extradossirt ist. Gewöhnlich wird er von einem Fenster an jeder seiner Seiten beleuchtet.

Die Seitenfaßaden haben manchmal eigenthümliche Anordnungen. So sieht man an denen der Sophienkirche zu Konstantinopel hohe viereckige und vorgelegte Thürme, in welchen die Treppen des Gynäkonitis liegen und das Ansehen von starken Strebepfeilern haben (Fig. 37). An der mittäglichen Seite der kleinen Kirche der heil. Apostel zu Athen, deren Grundplan in Fig. 26 dargestellt ist, bemerkt man viele Stufen, welche zu den Terrassen führen, die die Kuppel umfassen. Eine Kirche derselben Stadt, deren Name uns entfallen ist, hat am Ende ihrer Querschiffe runde oder polygonale Apsiden, die denen ähnlich sind, welche den Hintergrund des Sanktuariums einnehmen wie an der Kirche des heil. Elias zu Thessalonich, den Klosterkirchen von Vatopädi und Iwiron auf dem Berge Athos, so wie an vielen armenischen Tempeln.

Oestliche Faßaden. Apsiden. Erste Periode. — Die von der heil. Helena zu Jerusalem erbaute Himmelfahrtskirche hatte an der östlichen Seite keinen vor dem Kreise vortretenden Bau, um dadurch ein Sanktuarium oder eine Apsis anzudeuten (Fig. 27); als aber Konstantin das runde Gebäude aufführte, welches das heil. Grab deckt, so errichtete er nach dieser Richtung die aus mehreren Schiffen bestehende Basilika, welche umschloß: 1. den Gipfel von Golgatha, 2. den Altar Abrahams, 3. den Ort, wo man das Kreuz fand (siehe den Plan von Arkulph Fig. 29). Hier sieht man schon alle die Elemente der Sanktuarien, wie sie in der Folge und wahrscheinlich auf dieser ursprünglichen Basis hergestellt wurden. So war vorn bei der Krümmung des heiligen Grabes die Stelle der Kreuzigung, an die man im Mittelalter durch den Altar Jesu am Kreuze oder durch einen Christus an der Chorbühne erinnerte; weiterhin zeigte sich der Altar Abrahams oder des Opfers, wohin später der heilige Tisch zu stehen kam, und im Hintergrunde befand sich die Krypta. Alle runden oder polygonalen Kirchen, die unter Konstantin in großer Anzahl errichtet wurden, waren von einem vorspringenden Sanktuarium begleitet, dann von einer Apsis gegen Osten, was man noch an der Kirche von Thessalonich bemerkt, die unter der Regierung dieses Kaisers erbaut wurde (Fig. 28).

Zweite Periode. — Als um die Zeit der Regierung des Justinian die Kirchen vierseitig wurden, bildete die Apsis allein einen Vorsprung auf der östlichen Seite; der Architekt stellte das Sanktuarium zwischen das Schiff und die hintere Mauer des Gebäudes (Fig. 23, 33, 38, 39, 40, 42). Seit den ersten Perioden der neugriechischen Kunst brachte man Fenster in der runden Mauer der Apsis an; man sieht davon fünf an der Kirche des heil. Georg zu Thessalonich, drei an der kleinen und großen Sophienkirche, welche letztere Zahl die gewöhnliche war, und in welchem Falle sie zur Ehre der heil. Dreieinigkeit hergestellt wurden, wie die Geschichtschreiber des Justinian erzählen. — Die Apsiden befinden sich einzig und allein an diesen Faßaden; man hatte die Schiffe und die Sanktuarien noch nicht so angelegt, daß sie sich mit Nebenapsiden abschlossen, wie es bei den Grundrissen bereits bemerkt worden ist. Die östlichen Faßaden der Tempel hatten wie die übrigen Faßaden horizontale Bekrönungen, welche den würfelähnlichen Anblick vervollständigten, den diese Monumente im Ganzen boten.

Dritte Periode. — Unter den Nachfolgern Justinians erhielten die Apsiden häufiger eine polygonale als runde Form; man errichtete deren vorzugsweise drei statt einer, außer wenn das Gebäude sehr beschränkte Dimensionen hatte. Von diesen drei Apsiden war die mittlere gewöhnlich größer und höher als die beiden andern wie bei den lateinischen Basiliken, und manchmal hatten sie wie bei der Kirche Panagia Nikodemu in Athen (Fig. 51) zwei Reihen Fenster übereinander, deren untere durch zwei Mittelsäulen geschieden waren, welche entweder in einer einzigen Oeffnung, die dann dreibogig war, oder auf den beiden vorspringenden Ecken des Prisma's, das die Apsis bildete, oder endlich an seinen am weitesten vorspringenden drei Seiten standen, wenn sie fünf oder mehrseitig war, wie z. B. bei der Kirche Theotokos zu Konstantinopel (Fig. 52). Bei diesem Gebäude bemerkt man, daß, um den kleinen Apsiden die prismatische Form zu geben, in der östlichen Mauer tiefe Einschnitte angelegt wurden, deren eine Seite dann die Figur der prismatischen Apsiden ver-

Digitized by Google

vollständigte. Aus der Fig. 56 ersieht man die Anordnung der die Fenster der untern Etage trennenden Säulen bei den prismatischen Apsiden. Diese Säulen waren doppelt, so daß die eine das Innere, die andere die Außenseite der Apsis einnahm; ein zwischen sie gestellter Pfeiler diente zur Aufnahme eines eisernen Gitters, das die Oeffnung schloß; zwei steinerne schräg behauene Platten bilden, die eine die gemeinschaftliche Base, die andere eine Bekrönung, auf welcher die Bogen zweier Fenster und der vorspringende Winkel der prismatischen Apsis sich auflegten. Oft findet man auch, daß die zweite Fensterreihe der Hauptapsis durch eine Reihe halbkreisförmiger Nischen ersetzt wird, die mit einem mehr als bei den andern Theilen des Monuments reich ausgestatteten Ziegelverband ausgezeichnet ist (Fig. 54).

Die verschiedenen hier angedeuteten Kombinazionen gehören im Allgemeinen der dritten Periode der Kunst an; man findet diese Apsiden ohne Unterschied bei den Faßaden, die mit abgerundeten oder spitzigen Giebeln bekrönt sind. An der Kirche Messembria am schwarzen Meere findet man Zinnen über den Apsiden (Fig. 55).

Es ist hier der Ort, zwei merkwürdige Beispiele von sehr alten, dem Druck der Apsidengewölbe widerstehenden Strebebogen anzuführen. Die runde Kirche des heil. Georg zu Thessalonich, deren Bau gewiß zur Regierung Konstantins hinaufgeht, hat zwei solche große Strebebogen seitwärts am Sanktuarium an den Punkten, wo die Apsis anfängt. Die Seitenmauern des Chors schließen sich an die runde Mauer an, und deutlich sieht man es, daß dieser ganze Bau ein und derselben Epoche angehört; rechts und links von dem Halbkreis sind die großen Strebepfeiler (Strebebogen), welche den Druck des Gewölbes aufnehmen und augenscheinlich aus derselben Zeit sind. In Fig. 28 sieht man neben der Apsis diese Verstärkungsbauten; im Halbkreis legen sich die Bogen gegen die höhern Theile der Apsis.

In Fig. 53 sieht man einen großen zweimal durchbrochenen Strebebogen der Hauptapsis an der Klosterkirche zur heil. Jungfrau zu Konstantinopel; augenscheinlich ist der Bau desselben mit dem des Gebäudes eins und zwar aus der Zeit vom 9. oder 10. Jahrhundert, wie sich aus den eingeblendeten backsteinernen Säulen, mit denen die Faßade geschmückt ist, so wie aus dem allgemeinen System der abgerundeten Bedachungen ergibt, die man wahrnimmt. Diese beiden Beispiele beweisen es hinlänglich, daß die Strebebogen von den Byzantinern eher angewendet wurden, um die großen kirchlichen Gebäude zu stützen, als es im Abendlande geschah.

Bekanntlich sieht man in unsern Gegenden kaum einige Beispiele von Strebebogen, die sich erst im 13. Jahrhundert auf eine vollständige Art entwickelten. Mehrere byzantinische Kuppelgewölbe der ersten Jahrhunderte wurden auf diese Art gestützt.

Die Gebäude von kleinen Dimensionen, wie das Katholikon der Klöster, haben Apsiden, welche nur von einem einzigen Fenster beleuchtet sind, das auch oft ein gekuppeltes und durch eine kleine Säule in zwei Oeffnungen getheilt ist. Die ganze Faßade, woran sich die Apsis befindet, ist mit Geschmack angeordnet; häufig bemerkt man daran schmale Oeffnungen in der Hinterwand der Nischen, welche das Ende der Seitenschiffe oder Sakristeien einnehmen; sie liegen in der Stärke der östlichen Tempelmauer, wo sie sich in der Form einer Schießscharte zeigen. Das Katholikon von Athen, das vor der letzten Belagerung dieser Stadt die Kirche eines Klosters war, in welchem der Bischof wohnte, zeigt mehrere Beispiele dieser engen, in den beiden Mauern neben der Apsis liegenden Oeffnungen (Fig. 59). In Morea sieht man einige Apsiden von kleinen Gebäuden, die von Konsolen oder einer Art von einfachem oder vielfachem Trompetengewölbe in der Luft getragen werden. Die byzantinischen Architekten wandten diese Art von Apsiden mehr bei den Kapellen als bei den Gebäuden an, die groß genug war ı, um als Kirchen betrachtet werden zu können; sie machten auch bei den Glockenthürmen und bei den Privatgebäuden Gebrauch davon; Fig 60 sind Beispiele von diesen Apsiden.

Als endlich die griechischen Christen anfingen ihre nazionale Kunst aufzugeben und ihre Tempel beinahe nach den Basiliken des Abendlandes zu erbauen, jedoch die mittlere Kuppel als einen Typus, den sie kaum aufgeben konnten, beibehielten, errichteten sie Apsiden und östliche Faßaden ganz nach denen der Lateiner, wovon wir in Athen nahe an der Akropolis ein Beispiel an einer kleinen Kirche fanden, deren Namen uns entschwunden ist (Fig. 58); sie lehnt sich an den Felsen der Citadelle und macht den Eingang zu einer tiefen von der Natur gebildeten Grotte. Der gemischte Stil

Digitized by Google

dieſes Gebäudes macht es intereſſant, denn es nähert ſich den Kuppelkirchen, die um das 16. Jahrhundert ſich im Abendlande erhoben.

Dekorazion. — Die erſten Klerikal- oder Kloſterkirchen der orientaliſchen Chriſtenheit waren wie die des Abendlandes im Allgemeinen aus Bruchſtein oder Ziegeln erbaut, und öfters wurden die Materialien ſo verwendet, daß ſie eine durch das Mauerwerk ſelbſt dargeſtellte Dekorazion bildeten. Fig. 137 gibt ein Beiſpiel eines ſolchen reichen Mauerwerkes, wie man es an Kirchen in Konſtantinopel, in Theſſalonich und Athen bemerkt. Auch der Putz wurde wie im Abendlande bei vielen Kloſterkirchen des griechiſchen Ritus angewendet. So iſt es gewiß, daß die Faßade der Kirche des heil. Jungfrauenkloſters Mony tis chóras mit eingeblendeten Säulen verziert war, die man aus Ziegeln erbaut hatte, und die man nicht roh laſſen konnte (vergleiche Fig. 45 und 86), welche letztere Figur ein detaillirter Theil der Seitenfaßade des Gebäudes iſt.

Oft wurde die Bronze im gewöhnlichen Zuſtande oder mit Gold und ſkulptirten Ornamenten angewendet, um die Faßaden zu dekoriren. Euſebios ſagt bei ſeiner Beſchreibung der heil Apoſtelkirche zu Konſtantinopel, daß deren obere Terraſſe eine Verzierung von bronzenen und goldenen Zacken hatte. Reiche Verſchlingungen, Roſetten und byzantiniſche Kreuze bemerkt man in den Fenſterbrüſtungen und den Säulenweiten der Portiken; lange Inſchriften in Relief ſind in den Gliederungen der Bekrönung des Tempels der heil. Theodoſia in Konſtantinopel ausgearbeitet; an den Seitenfaßaden der St. Sophienkirche zu Trapezunt ſtellen chriſtliche Skulpturen Gegenſtände des alten und neuen Teſtaments dar; das ganz von weißem Marmor in Athen erbaute Katholikon beſitzt an den äußern Mauern (Fig. 57 und 59) eine mit Luxus ausgeführte Dekorazion mit vielen verſchlungenen Kreuzen, chimäriſchen Thieren, Emblemen der Evangeliſten und andern ſymboliſchen Figuren. Beſonders zu bemerken iſt ein im Alterthume ausgeführter Thierkreis, den die chriſtlichen Künſtler zur Verzierung der Faßade gebrauchten, und zwiſchen deſſen Zeichen ſie viele Kreuze anbrachten. Dieſe Kirche iſt auch vielleicht die einzige der Chriſtenheit, welche einen heidniſchen Zodiakus beſitzt; vielleicht war ſie auch die einzige im Orient, welche an ihrer Faßade eine ſolche Dekorazion zeigt.

Die Moſaik wurde an den äußern Mauern der griechiſchen Kirchen als ein reiches und dauerhaftes Dekorazionsmittel für die Faßaden benützt; diejenige, welche in Konſtantinopel der Jungfrau Peribole (Beſchützerin der Stadtwälle nach Prokopios) geweiht iſt, hatte eine ſolche Malerei an den äußern Mauern. Clavijo, der ſie im Jahre 1403 ſah, beſchreibt ſie folgendermaßen: „Die Kirche iſt außerhalb ganz mit Bildern und Figuren aller Art reich und künſtlich in Gold, Azur und andern Farben verziert.“ Ohne Zweifel gab es noch andere ſolche Beiſpiele, die aber zerſtört ſind. Eine Manuſkriptmalerei von Jakobus Monacus der Nazionalbibliothek in Paris ſtellt eine byzantiniſche mit gemalten Gegenſtänden verzierte Faßade dar (Fig. 62). Dieſe Faßade kann wegen ihrer kubiſchen Formen und horizontalen Linien, welche die verſchiedenen Theile abſchließen, vielleicht unter die Zahl der Gebäude der zweiten Kunſtperiode gezählt werden; ſie iſt bekrönt mit 5 Kuppeln, wovon die mittlere ſich höher als die daneben liegenden erhebt. Die Baſis dieſer Centralkuppel enthält einen im Viereck eingeſchloſſenen Halbkreis, in welchem entweder in Malerei oder Moſaik ein religiöſer Gegenſtand dargeſtellt iſt; der übrige Theil der Faßade iſt mit Marmorarbeit dekorirt. Der Maler hat außerdem zwei Apoſtel in den Seitenöffnungen oder Abſeiten dargeſtellt; eine Dekorazion, welche wir auch an der Kirche Agios Taxiarchis in Athen (Fig. 63) finden. Die Hauptfaßade endlich enthält eine Menge von Engelsfiguren, Apoſtel und Frommen, gruppirt um die heil. Jungfrau und anbetend vor Chriſtus, der in einem von vier Cherubinen getragenen Heiligenſchein getragen wird; ein Motiv der Malerei, welches gewöhnlich bei den Centralkuppeln der byzantiniſchen Kuppeln angewendet wurde.

Die Baſilika des heil. Markus in Venedig, welche nach dem Vorbilde der griechiſchen Kirchen erbaut wurde, zeigt uns großartige Moſaikgemälde an ihrer Faßade, wie auch laufende Ornamente; ſie geben einen genauen Begriff von dem, was man in dieſer Beziehung im Orient ſieht.

In Athen bietet das Katholikon, die kleine Kirche St. Taxiarchis, welche in der Nähe der Agorapforte liegt, und die der Jungfrau des großen Kloſters Beiſpiele von äußerer Malerei. An dem erſten dieſer drei Monumente (Fig. 57 u. 59) hat der Architekt an dem untern Theil der Faßaden ein breites Feld unter den Skulpturen

Digitized by Google

angebracht, welches behufs der Malerei abgeputzt wurde; an der südlichen Seite des Gebäudes bemerkt man noch Spuren dieses Putzes, auf welchem der heil. Georg zu Pferde in Begleitung von mehreren Personen dargestellt ist. Bei der zweiten der angeführten Kirchen (Fig. 63) sieht man noch ihre ganze gemalte Dekorazion erhalten; an der Hauptfaßade ist das letzte Gericht dargestellt: Christus nimmt die Mitte des Gemäldes ein, neben ihm stehen die Apostel, weiter unten an seiner rechten Seite die Auserwählten und zur linken Seite die Verworfenen; eine große Flamme bricht aus dem Throne Jesu hervor, und zieht sich gegen die letzteren hin; neben dem Eingange sieht man die Ueberreste von zwei großen Figuren, der heil. Petrus und Paulus. Die Kirche der heil. Jungfrau des großen Klosters in Athen (Fig. 64) hat Malereien unter einem Baldachin über dem Eingang. Die kleinen Kapellen, die man häufig im Orient findet, haben noch einige Spuren von Malereien, sind jedoch von viel geringerer Wichtigkeit als die so eben bezeichneten.

Die Neugriechen, bei denen sich mehr als eine Tradizion der byzantinischen Kunst erhalten, schmücken ihre Kirchen, die sie jetzt erbauen, ebenfalls mit Malereien. An der Faßade der heil. Jungfrauenkirche auf der Insel Tinos sieht man gemalte Ornamente als Umfassung der Fenster und der Archivolten der vor den Schiffen liegenden Vorhalle (Fig. 43).

D. Einzelne Theile der Faßade.

Die Kuppel. — Nach dem vorstehenden flüchtigen Umriß über die Anordnung der byzantinischen Kirchen gehen wir zu den Details über, um diese bisher noch so wenig untersuchte Kunst kennen zu lernen; besonders erheischt die Kuppel unsere Aufmerksamkeit, weil sie eines der charakteristischsten Theile der christlichen Gebäude des Orientes ist.

Die ersten Kuppeln, welche denen des heidnischen Alterthums streng nachgeahmt waren, hatten nur die Form eines Kugelgewölbes über dem Unterbau, wie die des Agrippa am Pantheon zu Rom; die noch bescheidene Kuppel war so zu sagen ganz im Innern und war nach außen nur so weit sichtbar, daß ihr Dasein angedeutet wurde; schon erleuchteten Fenster, die an ihrer Basis angebracht waren, das Gewölbe wie bei der Kirche der heil. Marcellin und Peter auf der Vialabicane bei Rom, welche von Konstantin nach dem Vorbilde der runden Kirchen des Orients erbaut wurde (Fig. 67). Als unter den Nachfolgern dieses Fürsten das freie Christenthum anfing, ihm würdigere Tempel zu errichten, erhob sich die Kuppel, das Symbol des Triumphes Christi, kühner über den byzantinischen Kirchen; man sieht sie schon in der ganzen Entwicklung einer Halbkugel an der Kirche von Sergius und Baechos zu Konstantinopel während der ersten Jahre der Regierung Justinians (Fig. 111). Da die Baumeister bei dieser Neuerung fürchteten, der Druck des Gewölbes würde für die äußern Mauern zu groß sein, so wurden Strebepfeiler um die Kuppel angeordnet, um die Mauern zu verstärken, welche in der frühern Zeit ihre Basis umgaben und unterstützten. Die große Sophienkirche zu Konstantinopel zeigt uns einen neuen Fortschritt in der Anordnung der Hauptkuppel; indem die Architekten sie wie bei der Sergiuskirche über den Mauern des Gebäudes im Halbkreis errichteten, brachten sie über dem großen horizontalen Kreise eine beträchtliche Anzahl von Fenstern an, deren Schafte das Hauptgewölbe tragen, und schon zeigt diese Fensterreihe, die mit einem Gesims gekrönt werden mußte, außerhalb den Anblick eines cylindrischen Tambourins (Fig. 37), freilich noch sehr niedrig im Verhältniß zur Kuppelhöhe, jedenfalls aber den Anfang zu denen zeigend, die man später in der ganzen Christenheit ausführte, und welche bei zunehmenden Verhältnissen Kuppeln in einer Höhe trugen, daß sie alle andern Bauwerke der Städte beherrschten. Sie erfüllten besser als im Anfange die ursprüngliche Absicht, den religiösen Triumph auszudrücken. Diese alleinstehenden Cylinder, welche im Raume schwere Kuppeln tragen, waren das Resultat eines neuen Fortschrittes in der Baukunst; an den Monumenten selbst haben wir eine ziemliche Anzahl von Beispielen jener merkwürdigen Bauten gesammelt, um die verschiedenen von den griechischen Architekten im Mittelalter angewendeten Kombinazionen kennen zu lernen, wie wir aus der Reihe von Zeichnungen (**Blatt 147**) ersehen werden, die zwar nicht vollständig ist, die aber doch dem Leser einen Begriff von den allgemeinen Formen geben wird. Fig. 66 ist die Kuppel der Kirche Μονὴ τῆς Χώρας, Fig. 68 des Katholikon in Athen, Fig. 74 der Kirche des heil. Theodor ebendaselbst, in welchen drei Beispielen wir Kuppeln mit Arkaden und Säulen erblicken, während Fig. 69 von der Kirche Messembriu, Fig. 70 vom

Digitized by Google

Kloster Daphni und Fig. 71 von einer Kirche in Patras Kuppeln mit Strebepfeilern, Fig. 72 von der Kirche Panagia Nikodemu und Fig. 73 von einer Kirche in der Nähe des heil. Taxiarchis, beide zu Athen, ganz einfache Kuppeln sind.

Das Dach. — Eusebios sagt bei seiner Beschreibung der von Konstantin erbauten Apostelkirche, daß sie statt mit Ziegeln mit Bronze bedeckt war, um das Gebäude vor dem Regen zu schützen; weiterhin setzt er hinzu, daß dieses Metall vergoldet war und die Augen blendete. Es ist wahrscheinlich, daß der goldene Tempel, den der Kaiser zu Antiochia der heil. Jungfrau widmete, und den derselbe Schriftsteller beschreibt, seinen Beinamen einer Bedachung der Kuppel und der anstoßenden Terrassen von Metall verdankt. Aus einer Stelle des heil. Hieronymus geht es deutlich hervor, daß im Orient mehr als ein kirchliches Gebäude Vergoldungen an seinen obern Theilen aufzuweisen hatte. Justinian ließ auch die Kuppeln seiner Sophienkirche wie auch die des Baptisteriums vergolden. Dieser Luxus der Bedachungen bei den byzantinischen Kirchen war nicht allgemein, und bei den Mönchen konnte er weniger stattfinden als irgend anderswo. Die meisten Klöster und anderen Kirchen, die man noch heute im Orient sieht, sind mit Ziegeln bedeckt wie die der Römer, und in der neuern Zeit verwendet man Hohlziegel nach Art der im ganzen südlichen Europa üblichen. Auch das Blei gebrauchte man in älterer Zeit zur Bedeckung der Dächer, Kuppeln und extradossirten Gewölbe, welche seit der Regierung Justinians über die Schiffe der griechischen Kirchen gelegt wurden. Der Reisende Clavijo führt im Jahre 1403 mehrere solcher Dächer an, und unter andern die Kirche der heiligen Maria von Blacherne. Dachtraufen von Marmor oder Metall führten das Regenwasser ab, das auf diese Dächer fiel.

Fenster. — Die Fenster der byzantinischen Kirchen sind gewöhnlich halbkreisförmig überwölbt, welche Form sich an den Kuppeln erhielt. Bei den großen Gebäuden bildet die Basis der Kuppeln über dem großen Kreise der Halbkugel eine Art von durchbrochener Galerie mit schmalen Schaften im Verhältniß zu der großen Zahl der Oeffnungen, so daß die Kuppel über schwachen Pfeilern schwebt. In einer schon frühern Epoche der byzantinischen Baukunst, als die Kuppeln von einem cylindrischen oder prismatischen Tambour getragen wurden, blieben die Fenster nicht mehr in der Krümmung der Kuppel selbst, sondern in jenem Unterbau, auf dem die Kuppel ruht (Fig. 66—73).

Bei den kleinen Gebäuden wie bei dem Katholikon in Athen und den meisten Klosterkirchen sind die Fenster der Kuppel in großem Verbande von Marmor oder anderm Stein erbaut, deren Fugen so tief gehalten sind wie beim bäurischen Werk. Eine kleine vorspringende Säule nimmt jede Ecke des polygonalen Tambours ein, der die Kuppel trägt, und auf den Kapitälen ruhen die Anläufe der Archivolten, womit die Fenster eingefaßt sind. Bei dem Kloster St. Lukas am Fuße des Parnaß ist die Dekorazion der äußern Schafte an den Fenstern aus marmornen Platten gebildet, die mit Verschlingungen und griechischen Kreuzen bedeckt sind *).

Die Fenster in Arkaden, womit man die Kuppeln oder verschiedenen Faßaden der ältesten Gebäude schmückte, sind häufig mit doppelten Bogen gekrönt, d. h. sie sind mit zwei Reihen Ziegeln überwölbt, ein System, das gewöhnlich die Römer anwendeten, wenn sie große Bogen konstruirten. An dem Kloster Daphni sieht man selbst drei koncentrische Bogen **).

Die Kirchen in Athen und Konstantinopel haben oft gekuppelte Fenster, d. h. sie sind in der Mitte durch ein Säulchen getrennt, dessen Kapitäl beider Ueberwölbungen gemeinschaftliches Widerlager ist; Fensteranordnungen, welche sowohl von dem romanischen als dem gothischen Stil angenommen wurden. Diese Doppelfenster, welche einer spätern Epoche angehören als die einfachen Bogen, sah ich nur an einer einzigen Kuppel, an der der Kirche St. Theodor in Athen (Fig. 74); an den Faßaden aber trifft man sie gewöhnlich und unter verschiedenen Gestalten; meistentheils hat die Theilung unter einem großen Bogen statt, der das Doppelfenster umfaßt, wie Fig. 76, einem Theil der Seitenfaßade von Panagia Nikodemu zu Athen. Auch sieht man manchmal, daß die beiden Bogen über den Fensteröffnungen in dem Mauerwerk des Gebäudes frei sind (Fig. 76, ein Theil der Vorderfaßade desselben Baues).

Eine dritte sehr allgemeine Art von Fenstern ist

*) Abbildungen dieses Klosters siehe Jahrgang 1853 dieser Zeitschrift, Blatt 572 ꝛc.

**) Siehe Blatt 575 im Atlas des Jahrganges 1853 dieser Zeitschrift.

Digitized by Google

die dreibogige mit zwei Mittelſäulen, wie in Fig. 51 an der Nikodemukirche in Athen. Eine andere Art von Dreibogen zeigt ſich ebenfalls häufig; man ſieht nämlich drei Bogen, wovon der eine vollſtändig iſt und die Mitte einnimmt; an ihn legen ſich ſeitwärts zwei Viertelkreiſe an, ſo daß die ganze Form das Anſehen eines Kleeblattes (Fig. 77) erhält. Dieſe Fenſter ſind von denen der mittelalterlichen Architektur des Abendlandes darin verſchieden, daß zwei Rippen oder Ständer das Fenſter in drei ungleiche Theile ſcheiden, die durch die Dimenſionen der drei Bogen beſtimmt werden, ſo daß das Ganze das Anſehen eines gewöhnlichen gewölbten Fenſters mit zwei niedrigen Halbfenſtern gewinnt. Die Kirche Kamnekarea in der Hermesſtraße in Athen (Fig. 46) hat ein ſolches Fenſter in jedem ſeiner Giebel an der weſtlichen Faßade. Die Kirche des heiligen Theodor in eben derſelben Stadt hat auch ſolche Fenſter an ihren Faßaden. Dieſe Triloben ſind nicht immer leer in ihren Theilungen und nur die in der Mitte iſt offen; die beiden übrigen bilden mit ihren Viertelkreiſen nur Entlaſtungsbogen des Hauptbogens (Fig. 46).

Die Kirche des Kloſters zur heil. Jungfrau (Fig. 86) in Konſtantinopel hat an ihrer Seitenfaßade ein merkwürdiges Beiſpiel dieſer Art, nämlich einen ganz dreiblättrigen Bogen, bei welchem die beiden Rippen oder Ständer aus zwei ſtarken Steinplatten beſtehen, welche die drei wirklichen Oeffnungen trennen.

Noch andere Syſteme von Fenſtern bemerkt man an mehreren großen Gebäuden, welche einige Aehnlichkeit mit den oben angeführten haben, ſo z. B. an der Kloſterkirche des Pantokrators (Fig. 36 und 78) und an der Kirche Theotokos (Fig. 50) zu Konſtantinopel.

Verſchluß der Fenſter. — Sowohl die Chriſten des Orients wie die des Abendlandes gebrauchten Gitter zum Verſchluß der Fenſter ihrer Kirchen. In ſeiner Beſchreibung der Kirche von Tyrus ſagt Euſebios, daß die Nebenſchiffe durch Fenſter mit Holzgittern beleuchtet wurden und ſpricht davon als von einem ſorgſam bearbeiteten, mit vielen Ornamenten geſchmückten Werke. Der heil. Hieronymus drückt ſich darüber mit den Worten aus: „Fenestrae quoque erant factae in modum retis ad instar cancellorum: die Fenſter waren in Form von Netzen nach Art der Gitterchöre.“ Er ſetzt hinzu, daß ſie nicht aus Marienglas oder Glas gemacht worden wären, ſondern von polirtem Holz und mit eingelegter Arbeit geſchmückt. Uebrigens ſpricht er auch von Fenſtern mit Glas und ſehr dünnen Scheiben.

Die byzantiniſchen Fenſter wurden wie die der Baſiliken des Abendlandes mit Platten von Marmor oder anderem Stein geſchloſſen, die mit zahlreichen Löchern verſehen waren. Dieſe Löcher, durch welche das Licht einfällt, haben oft eine kreisrunde Form wie bei dem Katholikon von Athen, wo man ſie an den Fenſtern der Faßaden und der Kuppel findet (Fig. 48, 57, 59 und 83). Dieſe Art des Fenſterverſchluſſes war in den erſten Zeiten der neugriechiſchen Kunſt ſehr allgemein, denn man findet die Spuren davon an allen alten Gebäuden Griechenlands, bei den meiſten Armeniens und andern Gegenden Aſiens, wo der byzantiniſche Stil in Aufnahme kam.

Die großen Fenſter am obern Theil der St. Sophienkirche haben einen gleichen Verſchluß, der von Paulus dem Silentiarius beſchrieben worden; die des Exonarther deſſelben Gebäudes haben zu dieſem Zweck marmorne Platten mit länglichen oben abgerundeten Einſchnitten (Fig. 85).

An der mehrerwähnten Taxiarchiskirche in Athen ſind die Platten der Kuppelfenſter ſternförmig durchbrochen, was von innen eine ſehr ſchöne Wirkung macht (Fig. 81); ein Gleiches iſt bei den Kuppeln der Kirchen im Kloſter Lukas zu bemerken.

Dieſe ſternförmigen Oeffnungen, welche von den Byzantinern erfunden ſind, wurden ſeitdem häufig von den Arabern und Türken bei den Marmor- oder Steinverſchlüſſen ihrer öffentlichen Gebäude, ſo wie bei den hölzernen Fenſterverſchlüſſen ihrer Wohngebäude angewendet; auch in den Kuppelgewölben ihrer öffentlichen Bäder ſind ſolche Oeffnungen angebracht. Die Fenſter einer kleinen Kapelle zu Korfu haben Verſchlüſſe von Steintafeln, in denen Spalten und runde Löcher das Licht einfallen laſſen, wie aus der Zeichnung Fig. 82 erſichtlich iſt. Die Kirche der heil. Theodoſia zu Konſtantinopel hat nach Fig. 84 ſchuppenartige Oeffnungen in den Fenſterverſchlußplatten, welche größere Aehnlichkeit als die vorhergehenden mit denen haben, wovon der heil. Hieronymus mit den Worten ſpricht: Factae in modum retis ad instar cancellorum. Die Türken, welche alle alten Tradizionen beibehalten, wenden dasſelbe Mittel als die Byzantiner zum Verſchluß ihrer Fenſter in den Moſcheen an; die ſchuppenartigen Oeffnungen in den Marmor- oder Steintafeln werden mit kleinen

Digitized by Google

Glasſtücken ausgeſetzt, wie es die Chriſten in den erſten Jahrhunderten thaten. Sie haben noch ein anderes leichteres Mittel, indem ſie zuerſt Glasſtücke nach den Formen, welche der ganze Verſchluß bilden ſoll, zuſchneiden, dann einen flüſſigen Kitt auf die Konturen der aneinander gelegten Stücke gießen und ſie unter ſich durch dieſen künſtlichen Stein verbinden, der, wenn er ſich erhärtet, wirkliche Gitter bildet wie die ſind, welche man in die Steintafeln einſchneidet. Dieſes Verfahren lernten die Türken von den Griechen, die es γυψοπλαστικὴ τέχνη nach Philoponus nennen. Ein ähnliches Verfahren kannten die erſten Chriſten in Rom, denn die durchbrochene Platte in Fig. 75 von der St. Lorenzkirche außer den Mauern iſt von künſtlichem Stein gefertigt worden. Didier, Abt des Kloſters auf dem Berge Caſſino, verſchloß alle Fenſter der Seitenſchiffe der Kirche dieſes berühmten Kloſters auf ſolche Art.

Thüren. — Die Thüröffnungen der Kloſterkirchen im Orient beſtehen gewöhnlich aus einem ſteinernen oder marmornen gegliederten Chambranle wie bei den abendländiſchen Kirchen. Die Profile ſind ſehr vertieft ausgearbeitet und haben ſomit Aehnlichkeit mit denen der alten Griechen; öfters bekrönt ein Geſims den Thürſturz wie an der Kirche Μονῆτῆς Χώρας (Fig. 80). Gewöhnlicher aber wölbt ſich unmittelbar über dem Chambranle ein Entlaſtungsbogen von Ziegeln oder ſelbſt von Marmor, der im erſten Falle gewöhnlich mit einer Reihe gleicher Ziegeln eingefaßt iſt, deren Ecken nach außen gerichtet ſind und folglich Zahnſchnitte bilden. Iſt der Sturz von Stein oder Marmor, ſo zieren ihn ſkulptirte Ornamente ähnlicher Art wie die an den Thürſtändern, ſo daß das Ganze in harmoniſchem Zuſammenhange ſteht, wie man an den Thüren des Katholikons von Athen ſieht. Bei dieſem erhielten die halbkreisförmigen Bogenfelder über den Stürzen reiche ſkulptirte Ornamente, welche bei andern Gebäuden die Malerei erſetzt. Sehr ſelten iſt es, daß dieſes Bogenfeld offen iſt; man ſieht ein ſolches an der Kirche des heil. Theodor in Athen.

Als die Principien der antiken Architektur weniger beobachtet wurden als in den erſten chriſtlichen Jahrhunderten, erbaute man Kirchenthüren ohne Chambranles: einfache von Bruchſtein oder Ziegeln gemauerte Arkaden (ſiehe die Faßaden Fig. 34 u. ſ. w.). Nicht ſelten iſt es, über den Oeffnungen, wie auch übrigens ihre Anordnung ſein möge, ein vorſpringendes Wetterdach zu ſehen, das von Konſolen getragen wird und zum Schutz einer religiöſen Malerei dient. Solche Bekrönungen findet man bei den Thüren der Kirchen des großen Kloſters der Jungfrau (Fig. 64), des heil. Philipp (Fig. 79) und des heil. Johannes in Athen; auch ſieht man in dieſer Stadt mehrere Thürbogen in Hufeiſenform.

Die Thüren unter den Gewölben des Narthex, welche unmittelbar in den Tempel führen, ſind manchmal über den Stürzen mit Malereien verſehen; Reſte davon ſind an der ſeitlichen Vorhalle der Muttergotteskirche zu Miſtra. Als Tavernier Konſtantinopel beſuchte, bemerkte man noch über den Thüren dieſer Kirche im Innern des Narthex reiche Gemälde bildende Moſaiken über den Chambranles wie an dem Kloſter von Grotta-Ferrata (Fig. 89). In den Kloſterkirchen des Orients beträgt die Zahl dieſer Thüren gewöhnlich drei, die eine an der Hauptfaßade und zum Narthex führend, die beiden andern auf jeder der Seitenfaßaden. Die großen Gebäude haben eine große Anzahl von Thüren, um den Verkehr zu erleichtern; bei den religiöſen Gebäuden wären ſie überflüſſig geweſen.

Die an den Chambranles hängenden Thürflügel waren gewöhnlich von Holz, Bronce und auch manchmal von noch koſtbarerem Stoff. Die für ihre Dekorazion angenommenen Formen hatten anfänglich eine große Aehnlichkeit mit denen des Alterthums; an der St. Sophienkirche beſtehen noch die bronzenen Thüren, welche Juſtinian machen ließ und mit griechiſchen Kreuzen geſchmückt ſind; reiche Ornamente von Mäander und Weinblättern im griechiſchen Stil, durch die byzantiniſche Schule leicht modificirt, umgeben die verſchiedenen Theile einer dieſer Thüren, die außerdem mit einer Inſchrift von ſilbernen Buchſtaben dekorirt iſt. Der anonyme griechiſche Autor, welcher das im heiligen Bezirke der Sophienkirche liegende Baptiſterium beſchreibt, macht die Bemerkung, daß an demſelben Thüren von Bronze mit Inkruſtazionen von Gold und Elfenbein vorhanden waren. Das Kloſter Megaſpileon in Morea beſitzt ſchöne metallene Thüren im byzantiniſchen Stil; das Refektorium des Kloſters Semenu auf dem Berge Athos hat eine hölzerne Thür mit Elfenbeinauslegungen, die ſehr zarte und guten Effekt machende Laubzüge bilden. Die Thür des Katharinenkloſters auf dem Berge Sinai iſt noch reicher; in Holz ausgeführt iſt die Thürzarge mit koſtbaren Ornamenten

Digitized by Google

bedeckt; die Füllungen enthalten kleine emaillirte und sehr alte Gemälde von ausgezeichneter Arbeit. D'Agincourt veröffentlichte die schönen in Silber damascirten Thüren, welche in Konstantinopel ausgeführt wurden und die Basilika St. Paul vor den Mauern Roms bis zu dem Brande schmückten, der dieses Gebäude verwüstete.

Die Byzantiner wendeten nicht immer Thüren mit vollen Füllungen an; bei der Krypta in der Kirche der Geburt Christi zu Bethlehem sieht man ein bronzenes zweiflügliges Gitter, geschmückt mit griechischen Kreuzen, welche seine Entstehung andeuten; der einfache Stil dieses Monuments zeigt sein Alterthum an (Vgl. Fig. 91).

Die Thüren der orientalischen Kirchen waren am Tage mit Vorhängen geschlossen, ähnlich denen an den Thüren der abendländischen Kirchen, worüber die Schriftsteller einig sind und was die Monumente selbst bezeugen; die schöne in Ravenna ausgeführte Mosaik, welche die Kaiserin Theodora darstellt, zeigt uns eine Thür der Kirche St. Vital mit einem reichen Behänge, welchen ein Kronbeamter öffnet, um die Herrscherin in den Tempel treten zu lassen. Dieser mit vergoldeten Blumen und Bordüren geschmückte Vorhang gibt uns den Beweis, wie groß der Luxus in Stickereien war, die man zur Dekorazion dieser Vorhänge benutzte.

Exonarthex. — Die Vorhalle oder Exonarthex der Klosterkirchen des Orients ist von der der abendländischen Basiliken sehr verschieden. Aus der vorhergehenden Darstellung der Grundrisse dieser Gebäude läßt sich ersehen, daß anstatt eines offenen Portikus hier vielmehr ein langer Saal vor der Faßade liegt, der bloß zwei oder drei Thüren, selten aber Fenster hat (Vgl. die Grundrisse in Fig. 33 u. f. w.). Dennoch gibt es einige Ausnahmen hiervon; die Kirche Theotokos zu Konstantinopel (Fig. 97) hat einen Exonarthex, dessen Grundriß von denen, die im Allgemeinen ausgeführt wurden, insofern abweicht, daß er noch über die Faßade hinausgeht und noch einen Theil der Seitenfaßaden des Tempels umfaßt. Dieser Narthex hat an der westlichen Faßade selbst Arkaden oder durch Säulen getrennte Fenster mit Brüstungen von skulptirten Marmorplatten (vgl. die Faßade in Fig. 50).

Gegen das Ende der byzantinischen Periode wurden die Vorhallen denen an den Kirchen des Abendlandes ähnlich; die Klöster Zographos und Iwiron auf dem Berge Athos, die Muttergotteskirche zu Mistra, das Kloster Daphni bei Athen, die Kirche Samari im Peloponnes zeigen uns Beispiele von lateinischem Einfluß (Fig. 40 und 41).

Der obere Theil der Narthex ist sehr verschiedenartig; die ältesten mußten mit Pultdächern bedeckt sein, als dem einfachsten Mittel, das man anfänglich verwendete. Fig. 34 gibt ein Beispiel hiervon. Die ersten Perioden der Kunst mußten auch Bedachungen der Narthex mit Satteldächern hervorbringen, welches System sich später vervielfältigte, als um die Zeit des Verfalls der byzantinischen Architektur spitzwinklige Giebel die krummlinigen Giebel ersetzten. Fig. 88 ist ein Beispiel von einer Kirche mit einem Narthex, der mit einem Satteldache bedeckt ist.

Gegen das 9. und 10. Jahrhundert errichtete man oft Narthex mit abgerundeten Bogen an den Haupt- und Seitenfaßaden, worauf die Bleibedeckung unmittelbar gelegt war und welche die innere Konstrukzion der Gewölbe andeutete (Fig. 36, 45, 50 und 92).

Bei dem Katholikon in Athen ist der Narthex mit dem ganzen Gebäude so innig verbunden, daß er sich äußerlich nur durch die Schräge des Daches unterscheidet. Alte Narthex und solche von einiger Wichtigkeit sind mit hohen Kuppeln bekrönt; man sieht eine an jedem Ende der Klosterkirche Μονὴ τῆς χώρας (Fig. 45) und drei über der Theotokoskirche (Fig. 50) zu Konstantinopel. Manchmal werden die hohen Kuppeln des Narthex durch einfache Kugelgewölbe ersetzt, die man von außen nicht wahrnehmen kann, weil sie sich nicht über die Faßadenmauer erheben.

Das Innere dieser Vestibule ist, da das Holz bei byzantinischen Bauten niemals sichtbar wird, stets mit Gewölben bedeckt, die entweder Tonnengewölbe, Kreuzgewölbe oder Kuppeln sind. Die diese Gewölbe theilenden Gurtbogen werden manchmal von Säulen getragen, wovon man ein merkwürdiges Beispiel an dem Narthex des Theotokos zu Konstantinopel sieht (Fig. 90). Dasselbe Vestibule zeigt uns auch merkwürdige Fenster, die zwischen demselben und dem Essonarthex liegen; sie bilden lange Arkaden, deren unterer Theil, die Brüstung, aus verzierten Marmortafeln besteht, worüber sich ein Chambranle erhebt, in dessen Falzen ein marmornes Gitter sich befand; der obere Theil des Bogens ist frei. Malerei und Mosaik theilten sich gewöhnlich in der Dekorazion der Gewölbe und der innern Mauern des Narthex.

Digitized by Google

Glockenthürme. — Dieſe Theile der Kirchengebäude wurden erſt ſehr ſpät im Orient angewendet, denn man gebrauchte ſtatt derſelben hölzerne Bretter oder metallene Tafeln. Schon die Alten hatten metallene Scheiben, durch deren Anſchlagen mit einem Hammer ſie das Volk verſammelten oder damit ein Signal auf eine weite Entfernung gaben. In Pompeji fand man an den Ecken enger Straßen ſolche Scheiben, die mit einem Loch zum Aufhängen durchbohrt waren. Wollte nun ein Wagen in eine ſolche Straße fahren, ſo ſchlug derjenige, der ihn leitete, mit einem Hammer auf die Scheibe, um denen, welche vielleicht die Abſicht hatten, in die Straße ihnen entgegen zu fahren, anzuzeigen, daß ſie warten ſollten, bis der erſte Wagen durch ſei. Dieſes Inſtrument hatte Aehnlichkeit mit dem, das die erſten Mönche anwendeten, und das auch jetzt noch im Orient gebräuchlich iſt. In den vielen Kupferſtichen, welche man von den Klöſtern des Berges Athos beſitzt, und wovon eines in Fig. 1 dargeſtellt iſt, ſieht man an der Spitze einer Prozeſſion einen Mönch mit einem Brett, worauf er mit einem Hammer ſchlägt. Der Mönch vom Berge Libanon gibt dem Fremden, den die Nacht in den Schlünden des Libanon überraſcht hat, durch das Zuſammenſchlagen zweier Bretter, die an dem Gipfel eines Baumes hängen, ein Zeichen. Dieſe leicht anzufertigenden Bretter ſind nicht immer von Holz und länglicher Form, ſondern ihre Geſtalt iſt mannigfaltig und von Metall, in welchem letztern Falle, da ſie zum Tragen in der Hand zu ſchwer ſein würden, ſie in einem Bogen des Kreuzganges oder in einem Bogen der Vorhalle aufgehängt werden. Es fehlen daher alle Thürme im Orient und ſelbſt ſolche, die aus einer nicht fern liegenden Epoche ſtammen, ſind ſehr ſelten. Die erſten byzantiniſchen Thürme waren wahrſcheinlich cylindriſch wie die unſrigen; das Exarchat von Ravenna iſt derjenige Theil Italiens, welcher die älteſten Thürme ſolcher Art hat; von dort ſcheinen ſie nach dem Orient gekommen zu ſein. Ein im 11. Jahrhundert ausgeführtes Kapitäl der St. Sauveurskirche zu Nevers ſtellt eine byzantiniſche Kirche mit einem Thurme dar, welcher an ſeiner Spitze cylindriſch, dann prismatiſch und an ſeinem Fuße quadratiſch wird; die obere Dekorazion gibt ihm das Anſehen eines Minarets. Bei der St. Sophienkirche zu Trapezunt erhebt ſich ein freiſtehender Glockenthurm von rechtwinkliger Form, der im Innern in einer Kapelle mit vorſpringendem Sanktuarium mit byzantiniſchen Malereien geziert iſt. Der Thurm des Kloſters Daphni bei Athen iſt in Betreff des Mauerwerkes dem übrigen Theil der Kirche ähnlich, über deren einen Querſchiffarm er ſich erhebt; die Fenſteröffnungen ſind halbkreisförmig und eine kleine Kuppel bekrönt ihn, obwohl ſein Grundriß quadratiſch iſt. Bei der alten Kirche von Meſſembria am ſchwarzen Meere ſieht man ebenfalls einen Glockenthurm wie bei Daphni, nur iſt ſein Urſprung in die Epoche der abendländiſchen Herrſchaft zu ſetzen; er iſt bekrönt mit einem Bogenfries im romaniſchen Stil (Fig. 93).

Die Klöſter des Berges Athos haben Glockenthürme, die aus ſpäterer Zeit ſind als ihre übrigen Gebäude; keiner von ihnen iſt mit den Kirchen verbunden, und ſie ſind daher nur einzeln ſtehende Campaniles wie man ſie ſo häufig in Italien ſieht. Gewöhnlich iſt ihre Grundform quadratiſch, mit Ausnahme des Thurmes vom Kloſter Iwiron, welcher einen polygonalen Grundriß hat. Dieſe Glockenthürme ſind wie die unſrigen mit mehreren Reihen von Fenſtern verziert und die Glocken hängen in den obern Stockwerken.

Als in Folge der Kreuzzüge die Franzoſen im Beſitze von Griechenland kamen, übten ſie ihren Einfluß auf die kirchlichen wie auf alle andern Arten von Gebäuden aus. Die Vorhalle der kleinen Kirche von Samari (Fig. 65), welche zu dem Kloſter Vourkano in Morea gehört, hat einen Glockenthurm mit vier Giebeln, ähnlich denen der romaniſchen Bauten unſerer Gegenden, jedoch mit dem Unterſchied, daß ſich über dem Dach eine kleine Kuppel erhebt. An der alten Kloſterkirche zu unſerer lieben Frau zu Miſtra gewahrt man einen ſchönen Glockenthurm in Spitzbogenſtil, mit dem ſich einige kleine Halbkreis-, ſo wie dreiblättrige Bogen vermiſchen. Dieſer Thurm iſt augenſcheinlich von Abendländern erbaut worden; er hat viel Aehnlichkeit mit den Glockenthürmen der Kathedrale von Palermo, und es kann dieſer normänniſche Einfluß unter der franzöſiſchen Herrſchaft in Griechenland nicht in Verwunderung ſetzen, denn der Verkehr der Kreuzfahrer mit Sicilien und Frankreich war damals ſehr bedeutend. Dieſer Glockenthurm von Miſtra iſt mit einem eiförmigen Gewölbe und vier kleinen Thürmchen bekrönt. An dem vordern Theil des Katholikons zu Athen ſieht man einen kleinen ſpitzbogigen Glockenthurm, der aber geputzt iſt, ſo daß man ſeine Konſtrukzion nicht erkennen kann; möglich, daß er auch aus der franzöſiſchen

Digitized by Google

Zeit herſtammt. Die Glockenthürme des Orients zeigen eben ſo wie die unſrigen Mannigfaltigkeit in ihren Formen; wir haben einige Beiſpiele von quadratiſchen oder polygonalen Grundriſſen angeführt. Der Thurm der heil. Jungfrauenkirche in Tinos (Fig. 43) iſt rechteckig an ſeiner Baſis und mit einer Kolonnade auf jeder Seite geſchmückt; dann nimmt der Grundriß die Form eines griechiſchen Kreuzes an. Er macht eine maleriſche Wirkung, und die Einziehung der verſchiedenen Etagen, aus denen er beſteht, geben ihm eine pyramidale Form. Die Griechen haben auch Glockenarkaden wie an der kleinen Kirche St. Taxiarchis und St. Theodoros in Athen (Fig. 94 und 88), die an diejenigen des ſüdlichen Frankreichs und Italiens erinnern. Die Kirche von Siphanto (Fig. 96) und mehrere andere haben Glockenarkaden, die oben abgerundet ſind wie die extradoſſirten Giebel, welche wir haben kennen lernen.

Merkwürdig iſt der Glockenthurm der griechiſchen Kirche Dſchulfa zu Ispahan, der in Fig. 101 dargeſtellt iſt; er erhebt ſich über der Mitte der Area und beſteht aus zwei rechteckigen Etagen mit unten gedrückten, oben ſpitzbogigen Arkaden, über welche ſich der Campanile in arabiſchem Stil mit 8 Säulen erhebt.

Seit jener Zeit, als der Orient die byzantiniſche Baukunſt aufgab, was gegen das Ende der Kreuzzüge und nach der Eroberung Griechenlands von den Türken geſchah, hörte man auch, entweder aus Ignoranz oder um die Aehnlichkeit mit den Moſcheen zu vermindern, damit auf, Kuppeln über den Kirchen zu erbauen, und dieſelbe Epoche ſah auch eine große Anzahl von Baſiliken lateiniſcher Form entſtehen, die man noch im Orient ſieht. In unſern Tagen betreten die Griechen mehr als jemals dieſen Weg der Nachbildung der alten Tempel des Abendlandes; die Kuppel, welche den Triumph Chriſti und der Kirche ausdrückt, wird durch einen hohen quadratiſchen Thurm erſetzt, welcher wie ſie im Centrum des Kreuzes ſteht, wie man es bei uns im Mittelalter ſieht, um dieſelbe Idee auszudrücken, und vielleicht auch, um die Kuppel der ſchismatiſchen Griechen zu vermeiden. Ein merkwürdiges Beiſpiel ſolcher Centralthürme iſt der auf der Inſel Tinos (Fig. 43). Dieſe Konſtrukzionsweiſe iſt leichter und ökonomiſcher auszuführen als eine Kuppel und erreicht den Zweck, den Triumph Chriſti von weitem ausgedrückt zu ſehen, noch beſſer, denn er kann ſich zu einer beinahe unbegrenzten Höhe erheben. Dennoch bemerkt man bei dem Thurm von Tinos, daß die griechiſchen Architekten nicht ganz darauf verzichtet haben, die Kuppel auf ihren Gebäuden zu ſehen, denn der mittlere und höchſte Theil dieſes Thurmes trägt eine kuppelartige Bekrönung mit Thürmchen auf den vier Ecken, die ſo geſtellt ſind, daß ihr Grundriß ein griechiſches Kreuz bildet.

E. Einzelne Theile des Innern.

Kirchenſchiff. Erſte Periode. — Die im Orient von Helena oder Konſtantin erbauten runden Kirchen, welche einen ſo großen Einfluß auf die erſten byzantiniſchen Einrichtungen ausübten, hatten keine andern Schiffe als eine mit einem Kugelgewölbe bedeckte Rotunde wie bei den Kirchen St. Marcellin und George. Ein Kreis von Säulen mit einer Galerie erhebt ſich in der heil. Begräbnißkirche und in der Kirche der heil. Konſtanza, welche Gebäude derſelben Epoche angehören. Auf dieſen Säulen ruht die Centralkuppel unmittelbar oder durch Vermittlung eines cylindriſchen Tambours; auch tragen ſie das ringförmige Gewölbe über der Galerie.

Aus den früher dargeſtellten Grundriſſen haben wir erſehen, daß unter Juſtinian, als die byzantiniſche Kunſt ihre Gründung begann, die Kirchen des Sergius zu Konſtantinopel und St. Vital in Ravenna als Schiff einen großen kreisförmigen oder polygonalen mit ſchmalen Galerien umgebenen Raum beſaßen, obſchon damals die äußeren Formen bereits ihre Modifikazion begonnen hatten. Schwere durch Bogen verbundene und die Kuppel tragenden Pfeiler erhoben ſich über einem reich verzierten Fußboden; marmorne Säulen ſtanden in zwei übereinander geſtellten Ordnungen zwiſchen dieſen Pfeilern. Da ſie auf einer halbkreisförmigen Ebene ſtanden, ſo bildeten ſie um das Schiff herum eine Reihe von Exedren, die mit Halbkuppeln bedeckt waren und deren horizontale und vertikale Ausdehnung bedeutende Anbauten an dem vom Schiff eingenommenen Raum bildeten (Fig. 33 und 111); die Seitengalerien trugen gewöhnlich über ihren Gewölben die Tribune für die Frauen, zu welcher man auf Treppen gelangte, die ſo eingerichtet waren, daß keine Verbindung mit den Männern ſtattfinden konnte.

Zweite Periode. — Die zweite Anordnung, welche dem Grundriß vierſeitige Formen und dem Ganzen das Anſehen eines Würfels mit einer Kuppel

Digitized by Google

gab, mußte bald auf die Einführung von Schiffen über vierseitigen Grundrissen und auf die Verdrängung des Kreises wie des Polygons führen; man mußte dann darauf denken, das Kuppelgewölbe durch Pendentifs zu unterstützen, die einen Theil seines großen horizontalen Kreises mit den einspringenden Winkeln des quadratischen Raumes verbanden. Der Grundriß der Kirche Panagia Nikodemu in Athen (Fig. 38) kann mit dem Durchschnitt dieses Gebäudes (Fig. 95) einen Begriff von der innern Einrichtung der christlichen Tempel des Orients geben, wie sie während dieser zweiten Periode der byzantinischen Kunst stattfand. Nach einem System, das beiden vorhergehenden Beispielen entlehnt war, wurde das große Schiff der Sophienkirche eingerichtet; es hat eine längliche Form, und seine Centralkuppel, die über einem quadratischen Raum emporstieg, ruht auf vier großen Bogen und auf Pendentifs über zwei Ordnungen kostbarer Säulen, die von den berühmtesten Tempeln Griechenlands und Asiens genommen waren; die Enden dieses Schiffes sind von zwei Halbkreisen geschlossen, davon jeder eine Hälfte der Kuppel trägt. Zwei Exedren mit Säulen und denen in allen Punkten ähnlich, die man in den Kirchen Sergius und in St. Vital sieht, schmücken den östlichen und westlichen Theil des Schiffes dieses großen Gebäudes (Fig. 42).

Bei den ersten Schiffen Justinians wurden in Folge der noch frischen Erinnerungen der antiken Kunst über die untere Säulenreihe Architrave und vollständige Gebälke wie bei den Alten gelegt, wovon die Kirche des Sergius ein Beispiel darstellt. Bei St. Sophia dagegen zeigt das Schiff schon die allgemeinere Anwendung des Vollkreises, und einen ähnlichen Fall finden wie bei der lateinischen Basilika des h. Laurenzius außer den Mauern Roms. Sowohl in Konstantinopel als im Abendlande zeigte sich ein Uebergang von den antiken Principien der griechischen und römischen Architektur, welche über den Säulen die Anwendung des Architravs gestatteten, zu denen, welche seit jener Epoche die christlichen Künstler aufstellten, deren Zweck die allgemeine Anwendung des Bogens war.

Dritte Periode. — Das Innere der Kirchen der Periode, welche der Regierung des Justinian folgte, und von denen man zahlreiche Beispiele im ganzen Umfange des orientalischen Kaiserthums, sowohl in Städten als in Klöstern sieht, ist bedeutend verschieden von dem der ersten Epochen, und ein Essonarther oder innerer Portikus liegt gewöhnlich vor den Schiffen, die eine sehr geringe Größe haben; anstatt der Säulen, die man kaum noch unter der Hauptkuppel findet, sind überall viereckige Pfeiler mit vorgelegten Pilastern erbaut, welche die Tonnengewölbe und die sie verstärkenden Gurtbogen tragen, womit die Schiffe bedeckt sind. Die erste Etage enthält die Tribüne des Ginäkonitis mit ihren einfachen Bogen; öfter ist auch die Tribune der Frauen neben dem Langschiff weggelassen, wie bei der Kirche Theotokos in Fig. 107. Bei andern Kirchen wurde die Tribune bloß über dem Essonarther oder dem innern Vestibule an der Stelle angebracht, den in unsern Kirchen die Orgel einnimmt.

An dem Innern dieser Gebäude erkennt man mehr als im Anfange die Tendenz, um die Centralkuppel das griechische Kreuz zu bilden, das stets ganz klar durch vier konvergirende Gewölbe ausgesprochen wird, welche das Hauptschiff, das Sanktuarium vor der Apsis und die Kreuzesarme bedecken. Die kleinsten Gebäude sind auf solche Art angeordnet, es sei denn, daß sie nur die Verhältnisse einer Kapelle mit einem einzigen Schiff haben, von denen selbst einige ungeachtet ihrer kleinen Dimensionen an ihren Tonnengewölben zwei Stichkappen zeigen, welche die Enden des Kreuzes bilden.

Die Querschiffe sind manchmal mit Apsiden geschlossen. Die Kirche des Klosters Etschmiadsin bei Erivan (Fig. 176), dann die Kirchen von Vatopädi und Zographos, Klöster des Berges Athos, wie auch die Metamorphose, Kirche des Meteorenklosters in Thessalien, so wie die St. Eliaskirche in Thessalonich befinden sich in diesem Falle.

Kuppeln. — Die ersten byzantinischen Kuppeln, von denen man außerhalb nur einen sehr geringen Theil ihrer Rundung wahrnahm wie bei den Römern, zeigten sich dagegen im Innern in ihrer ganzen hemisphärischen Entwicklung. Anfänglich wurden sie an ihrem großen horizontalen Kreise durch Fenster in Form von Ochsenaugen wie bei der Kirche der heil. Marcellin und Peter zu Rom erleuchtet. Die ebenfalls von Konstantin zu Thessalonich über der Kirche des heil. Georg errichtete Kuppel erhält ihr Licht durch halbkreisförmige Oeffnungen an ihrer Basis. Diese den Alten unbekannte Einrichtung blieb von den Architekten der Sophienkirche nicht unbeachtet; sie zogen im Gegentheil neue effektvolle Vortheile daraus, die ihren Vor-

Digitized by Google

gängern entgangen waren, indem sie die Zahl dieser Fenster an der Basis der großen Kuppel und der beiden Nebenkuppeln unendlich vermehrten, die also sehr nahe aneinander lagen, und durch geringe Schafte getrennt waren, so daß sich ein Lichtstreifen erzeugte, der im Innern nur durch kleine feste Körper unterbrochen war, und es den Anschein hatte, als ob das Kugelgewölbe von dem übrigen Theil des Gebäudes ganz getrennt wäre. Von der Zeit des Justinian an wurden die Kuppeln im Allgemeinen nach diesem mehr oder weniger entwickelten System erbaut, wie man es an der Panagia Nikodemu in Athen sieht. Das Abendland ahmte sie nach bei der Markuskirche in Venedig und der Kirche des heil. Anton in Padua.

Von den ersten Jahrhunderten an, wie wir gesehen, gingen die Byzantiner auf einem Wege des Fortschrittes vor, durch den sie sich mehr auszeichneten als durch das Studium oder die Komposizion der architektonischen Formen; seit der Regierung Konstantins erkennt man das Bedürfniß weiter zu gehen als die Griechen und Römer, an der Kühnheit der Bauten; ein dem menschlichen Geiste ganz natürlicher Fortgang, der sich nicht aufhalten läßt und immer neue Schöpfungen hervorbringen will. Die Georgskirche in Thessalonich hat eine auf den starken Mauern des Gebäudes ruhende Kuppel und in einer im Verhältniß zum Anfange des runden Schiffes, das sie bedeckt, noch unbeträchtlichen Höhe, also beiläufig noch die antiken Verhältnisse. Außerhalb maskirt ein runder Tambour diese Kuppel und erhebt sich höher als nöthig wäre, um ein sie beschützendes Dach zu tragen. Man hatte, selbst unter der Regierung Konstantins, die Idee, die Kuppel über einem Tambour, ähnlich dem zu Thessalonich, zu erheben und dann an der runden Oberfläche dieses Cylinders die Fenster zur Beleuchtung des kreisrunden Schiffes und des Kugelgewölbes darüber anzubringen. Ein bemerkenswerthes Beispiel dieser Neuerung sieht man in Rom an der Kirche der heil. Konstanza, die auf Befehl des ersten christlichen Kaisers erbaut wurde. Also von dieser Epoche an und unter dem Einfluß der orientalischen Kunst ging das Streben der kirchlichen Architektur dahin, die Gebäude hoch gegen Himmel ragend zu errichten; ein System, das ganz und gar dem der Heiden entgegengesetzt war, welche ihre Tempel immer in niedrigen Verhältnissen hielten.

Die Kuppeln, welche in großer Höhe von cylindrischen mit Fenstern versehenen Unterbauten oder Tambours getragen wurden, waren diejenigen, welche sich am allgemeinsten im orientalischen Reiche verbreiteten, weil sie, höher als die frühern, nach weiter Ferne hin den christlichen Triumph verkündigten; sie waren auch gewöhnlicher, weil es bei den im Allgemeinen kleiner gewordenen Schiffen von Nutzen war, recht viel Raum unter den Central- oder Nebenkuppeln zu gewinnen, indem man sie höher legte, um sowohl den innern Effekt des Tempels zu steigern, als auch Gesundheitsrücksichten vorwalten zu lassen. Dagegen hatten sie gegen die ersten den Nachtheil, daß man beim Eintritt in das Gebäude die Malerei oder Mosaik nicht wahrnehmen konnte, womit die innere Kugelfläche dekorirt war, wie es aus den Fig. 111 und 95 hervorgeht, während man in Fig 107 sich unmittelbar unter die Kuppel stellen muß, um etwas von ihrer Dekorazion zu erblicken.

Pendentifs. — Die ersten Kuppeln über den kreisrunden Schiffen legten sich natürlich nach der ganzen Ausdehnung ihres großen horizontalen Kreises auf die Mauern des Schiffes, ob sie im Innern mit einer Kolonnade dekorirt waren oder nicht. So ruht bei der Kirche des h. Georg in Thessalonich das Gewölbe auf den starken Mauern; bei der heil. Begräbnißkirche war es die Kolonnade, welche die Kuppel trug; in der Kirche der heil. Konstanzia tragen die Säulen den cylindrischen Tambour und das Kugelgewölbe. Als man aber auf den Gedanken kam, dem Grundriß der Kirche die Form eines Kreuzes zu geben, konnte derselbe beim Zusammenstoße keinen Kreis mehr bilden, wohl aber ein Quadrat, das durch die im rechten Winkel sich schneidenden Parallelogramme gebildet ward; man mußte deshalb die runde Basis der Kuppel über einen quadratischen Raum erheben und diesem kühnen und neuen Bau Festigkeit geben, um Jahrhunderten zu widerstehen. Eine andere Bedingung ergab sich noch um das Problem zu lösen; man durfte, um die Kuppel im Raume zu tragen, den Verbindungspunkt der Querschiffe oder Kreuzesarme mit ihren beiden andern Schenkeln, die das Schiff und das Sanktuarium bilden, nicht behindern.

In Persien sieht man die Ruinen mehrerer Gebäude, die man den Sassaniden zuschreibt; an ihnen zeigt sich in mehreren mit Kuppeln bekrönten Sälen die Lösung der ersten oben bezeichneten Schwierigkeit, welche darin besteht, daß man in den Winkeln des

Digitized by Google

Viereckes koncentrische, übereinander vortretende Bogen wölbte, die sich bis zu ihrer Verbindung mit der Krümmung des großen Kreises der Kuppel vergrößerten, und außerdem developpirte sich jeder Bogen nach einer horizontalen mit dem großen Kreise koncentrischen Projekzion (Fig. 110). Ob nun diese Pendentifs in Persien oder von den Byzantinern erfunden wurden, oder ob sich die Dynastie der Sassaniden, welche sich bis zur Mitte des 7. Jahrhunderts erhielt, einer christlichen Idee bedienten, könnte allein die unbekannte Bauzeit dieser Bauten beantworten. Immerhin könnte die Benennung Firuz-Abad, welche die Araber der Palastruine geben, in welcher das in Fig. 110 dargestellte Beispiel von Pendentifs existirt, wohl darauf hindeuten, daß dieses Gebäude von dem persischen König Phiruz erbaut wurde, welcher um die 2. Hälfte des 5. Jahrhunderts, also in einer Zeit regirte, wo die Kunst der griechischen Christen schon Bauten hervorgebracht hatte, bei welchen Pendentifs erscheinen mußten. Wie dem nun auch sei, die Byzantiner bildeten im Innern ihrer Tempel diese Gewölbart so weit aus als es nur möglich war; nicht zufrieden damit, die Last ungeheurer Kuppeln auf die Kanten jenes ausgekragten Mauerwerkes zu setzen, legten sie die vier Hauptpunkte des großen Kreises der Kuppel oder des schweren Tambours, der sie trug, auf die Schlußsteine von vier großen Bogen, welche das Langschiff, das Sanktuarium und die Querschiffe voneinander trennten (Fig. 121 und 122).

Dekorazion. — Zur Ausschmückung der byzantinischen Kirchen verwendete man die kostbarsten Marmorarten, die Malerei und die Mosaik; ebenso wie im Abendlande wurden die dauerhaftesten Materialien an den untern Theilen angebracht, und die heil. Gemälde bedeckten den obern Theil der Wände und Gewölbe. Die merkwürdige Kirche des heil. Georg zu Thessalonich, welche zuverlässig aus der Zeit Konstantins stammt, lehrt uns den Stil der ersten christlichen Mosaiken im Orient kennen. Die große Kuppel, deren Umfang mehr als 72 Meter mißt, ist in acht mit Gemälden verzierte Felder getheilt, die sich von zwei zu zwei wiederholen; sie stellen reiche im phantastischen Stil konstruirte Paläste dar, wie man sie an den Gemälden von Pompeji bemerkt; Portiken mit glanzvollen ausgelegten Säulen; Pavillons, die mit Vorhängen von im Winde flatterndem Purpur geschlossen sind; zahllose Arkaden mit Friesen, geschmückt mit Vögeln und Delphinen; Modillons, welche Gesimse von Azur und Smaragden tragen u. s. w. Vor jedem dieser Tempel sieht man große mit Topas bekleidete Figuren, deren jede eine Inschrift mit griechischen Buchstaben trägt, welche die Namen der in jedem Monat des Jahres besonders zu verehrenden Heiligen angeben. Diese Mosaiken sind auf Goldgrund ausgeführt. Auf eben solche Art schmückte derselbe Konstantin die Kuppel der Basilika der heil. Apostel zu Konstantinopel: „Cameram ... totam auro imbracteavit," sagt Eusebios, und die Kirche der heil. Jungfrau, welche er in Antiochia erbaute, hatte von einer ähnlichen Dekorazion zum Theil ihren Beinamen: der goldene Tempel. Diese reichen Mosaiken, bei welchen ursprünglich Zeichnung und Komposizion Reminiscenzen der antiken Kunst waren, pflanzten sich von Jahrhundert zu Jahrhundert während des ganzen Mittelalters im Orient fort, mit Modifikazionen jedoch, welche die Begriffe des Christenthums bedingten. Justinian schmückte damit das Innere der Kirchen des Theotokos, der St. Sophia zu Konstantinopel und Thessalonich, so wie St. Vital in Ravenna, in welchen Tempeln man noch herrliche Ueberreste sieht. Das große Kloster zur heil. Jungfrau, das in der Hauptstadt gegen das Thor von Adrianopel zu liegt, besitzt deren, die aus dem 10. Jahrhundert stammen. Kaiser Romanus der Alte ließ in derselben Epoche die Mosaiken ausführen, die man noch im Kloster Lukas am Fuß des Parnasses sieht, und einige Fragmente davon haben sich noch in der Klosterkirche Daphni bei Athen und in Megaspileon in Achaia erhalten.

Der Reisende Clavijo, welcher Konstantinopel im Jahre 1403 besuchte, beschreibt die Kirche des Klosters St. Johannes ἐν Ἐφέσῳ folgendermaßen: „Der Körper der Kirche erscheint wie ein großer runder Saal mit einer sich darüber erhebenden hohen Kuppel, die Decke des genannten Saales ist sehr reich geschmückt mit Mosaiken und die Wände sind verziert mit Jaspis bis ganz nahe am Fußboden, von da bis zum Boden aber mit Jaspisplatten; der Boden selbst besteht ebenfalls aus Jaspisplatten von verschiedener Farbe und mit allen Arten von Verschlingungen."

Gleichzeitig mit der Mosaik wurde die weniger kostspielige und leichter und exakter auszuführende Freskomalerei zur Dekorazion der klösterlichen Gebäude des Orients angewendet, und zwar vom Anbeginn der

Digitized by Google

Klosterstiftung bis zur Zeit Leo des Isauriers, welcher die Bilder verfolgte; vom 10. Jahrhundert an bis auf unsere Tage stand die Malerei in den kirchlichen Gebäuden in vollem Ansehen. Didron kopirte auf dem Berge Athos ein kostbares von ihm veröffentlichtes Manuskript, das wahrscheinlich von uralten Zeiten her den Malern bei der Dekorazion der Kirchen als Leitfaden diente; in den Klöstern der Meteoren in Thessalien, St. Lukas in Böotien, Megaspileon in Achaia wurde die Freskomalerei maßlos zur Bedeckung der Wände angewendet; die Stadt Salamis besitzt ein vortreffliches Beispiel dieser Dekorazionsweise; in der Hauptstadt Griechenlands stößt man bei jedem Schritt auf heilige Gebäude, welche, obgleich meistentheils zerstört, reiche Beispiele von religiösen Malereien enthalten. In Athen zeichneten wir das Innere des Katholikons, das wir in Fig. 115 dargestellt haben, um eine Idee von den Hauptdisposizionen zu geben, die man zur Ausschmückung der Schiffe und des Sanktuariums der Klosterkirchen traf.

Die Malerei verbreitete sich außerdem über alle architektonischen Details. Die Kirche des Sergius und Bachos in Konstantinopel, die von St. Vital in Ravenna, die beiden Klosterkirchen von St. Lukas, zeigen uns Malereien mit skulptirtem Laubwerk, reichen Kapitälen *), Friesen, Gesimsen und Soffitten, welche sie schmücken. Das Katholikon und die Panagia Nikodemu in Athen weisen anmuthige gemalte Ornamente der Hohlleisten, Kranzleisten und andern vorspringenden Gliederungen auf, und endlich zieren zahlreiche Arabesken sinnreicher Motive der Ornamentik die Pilaster, die Umrahmungen der heil. Gemälde und alle Theile der Mauern, die der Historienmaler keineswegs mit religiösen Gegenständen verzierte.

F. Kapellen.

Die Kapellen sind in den byzantinischen Kirchen sehr selten, dennoch findet man den Ursprung derselben schon zur Zeit der Regierung Konstantins. Die runde von ihm in Thessalonich erbaute Kirche des heil. Georg ist von 6 Zellen oder Kapellen umgeben, die Exedren, von denen Eusebios in Bezug auf die Kirche der heil. Jungfrau in Antiochia spricht, können ebenfalls so betrachtet werden; die heil. Grabkirche hatte drei Kapellen, welche der heil. Arkulph auf seinem Plan (Fig. 29) angibt und sie beschreibt; sie sind jetzt noch vorhanden. Die kirchlichen Gebäude aus der Regierungszeit des Justinian haben keine solche Anordnung mehr. Als der Kaiser Romanus das Kloster St. Lukas mit einer Kirche beschenkte, welche noch jetzt die bedeutendste in Griechenland ist, ließ die Kaiserin daneben eine zweite kleinere in ihrer Dekorazion minder glänzende erbauen, die man als eine Kapelle der größeren Kirche betrachten kann (vergl. Bauzeitung 1853 S. 193 ꝛc.). Die Kammekareakirche in Athen, die bedeutendste dieser Stadt, hat an der nördlichen Seite eine lange Kapelle, welche nicht der ersten Bauzeit angehört und später angebaut wurde; sie ist von einer Kuppel überragt, welche niedriger ist als die des Hauptgebäudes; auch ist die Konstrukzion dieser Kapelle vernachlässigter als der übrige Bau. Der kleine den heil. Aposteln geweihte Tempel derselben Stadt (Fig. 26) hat ebenfalls Kapellen in Form von Exedren.

Als die griechischen Christen um das 15. und 16. Jahrhundert auf ihre nazionale Architektur verzichteten, um die Disposizionen des Abendlandes anzunehmen, fügten sie wie das letztere ihren Kirchen Kapellen hinzu. An dem nördlichen Fuß der Akropolis von Athen erhebt sich eine quadratische Kirche, in welcher man alle Symptome des Verfalles der byzantinischen Kunst bemerkt; sie liegt vor einer Felsengrotte, welche eine Seitenkapelle bildet. Fig. 58 ist die Apsis dieses Gebäudes. Vor dem Monument des Lysikrates, bekannter unter dem Namen der Laterne des Demosthenes in Athen, liegt eine Kirche in Basilikenform, an deren Faßade eine Seitenkapelle angebaut ist; an der Kirche St. Spiridion zu Korfu nimmt man am Sanktuarium die Begräbnißkapelle des Kirchenpatrons wahr; die Thür zu derselben ist von einem ungeheuren Baldachin von Silber mit getriebenen Ornamenten und Skulpturen in Bas- und Hautrelief von demselben Metalle verziert (Fig. 127); zwei goldene Lampen hängen an demselben. Das Grab des Heiligen nimmt die Mitte der Kapelle ein und ist ganz von Silber; Malereien in Naturgröße zieren die Wände; sie stellen Heilige dar, deren metallene und vergoldete Nimben mit wirklichen und nicht bloß mit dem Pinsel gemalten Edelsteinen bereichert sind. Auch in Italien und Spanien sieht man Beispiele von metallenen und mit Diamanten besetzten Nimben, die an den Malereien der Madonna oder der Heiligen angebracht wurden.

*) Ein solches reichverziertes Kapitäl von St. Lukas s. Allgem. Bauzeitung 1853 S. 191.

Digitized by Google

Die Dekorazion der Kapellen hatte wie im Abendlande die größte Aehnlichkeit mit der des Gebäudes selbst, zu denen sie gehörten; in der St. Georgenkirche zu Thessalonich sind die Gewölbe mit Kapellen und Darstellungen von allen Arten von Vögeln: Fasanen, Rebhühnern und verschiedenen Sorten von Kanarienvögeln verziert; andere dekorirte man mit Fruchtkörben auf goldenem Grunde mit Umrahmungen von verschiedenen Farben. Der heil. Arkulph spricht von dem Luxus, mit dem die drei Kapellen der heil. Begräbnißkirche ausgestattet waren. Die kleine Kirche des Klosters Lukas, welche an die größere vom Kaiser Romanus erbaute angesetzt ist, wurde an allen ihren Wänden bemalt, und auch die Kapelle der Kamnekareakirche in Athen besitzt solche Malereien.

F. Apsiden.

Der βῆμα, die Apsis oder Tribune der ältesten byzantinischen Kirchen, war derselben Einrichtung des Abendlandes ähnlich und halbrund. Als Justinian die Sophienkirche erbaute, wollte er anfanglich, daß man in der Apsis ein Fenster anbringe, und später verlangte er deren zwei; endlich berichten die Geschichtschreiber, daß in dem Augenblick, wo man seinen Befehl ausführen wollte, den Architekten ein mit dem kaiserlichen Purpur bekleideter Engel erschienen sei und zu ihnen gesprochen habe: «Ich befehle Euch, den Altar durch drei Fenster zu beleuchten, zur Ehre Gottes des Vaters, des Sohnes und des heil. Geistes," was natürlich ausgeführt wurde. Seit jener Zeit haben die etwas größeren byzantinischen Kirchen gewöhnlich drei Fenster in der Apsis, und nur, wenn der Raum es nicht gestattete drei anzubringen, mußte man sich mit einem begnügen, das aber durch zwei Säulchen oder zwei aufrecht stehende Platten in drei Oeffnungen getheilt war. Die Kirchen von sehr kleinen Dimensionen oder Kapellen haben nur eine schießschartenförmige Oeffnung, die oft durch ein Säulchen in zwei Theile geschieden ist (Fig. 51, 58, 59 und 60).

In dem als Halbkuppel aufgeführten Gewölbe der Apsis und um die Fensteröffnung herum waren heilige Gegenstände gemalt, ähnlich denen, die man noch in den Apsiden der lateinischen Basiliken bemerkt, mit dem Unterschied jedoch, daß dabei die Kunst und die Ideen der Griechen vorherrschten; das Gewölbe war gewöhnlich mit einem Christus oder mit Gott dem Vater, umgeben von heiligen Personen, dekorirt; auch die heil. Jungfrau, sitzend auf einem Throne und auf ihren Knieen den gebornen Christus haltend, war ein Gegenstand, der hier oft dargestellt wurde. Diese als Widerlager des Gewölbes dienende cylindrische Mauer theilte sich gewöhnlich in mehrere Abtheilungen, welche heilige Personen im Brustbild oder in ganzen Figuren darstellten (Fig. 115).

G. Krypten.

Krypten sieht man bei byzantinischen Kirchen selten; dennoch liest man in den Beschreibungen des Eusebios und des Bischofs Arkulph von zwei Kirchen ursprünglicher Form, welche unter der Regierung Konstantins der Jungfrau gewidmet waren. Der goldene Tempel von Antiochien war, sagt der Geschichtsschreiber des Kaisers, „tam subterraneis locis quam solariis circumdatum." Das kreisrunde über Mariens Grab erbaute Gebäude im Thale Josaphat war doppelt; der untere Theil erhielt das in den Felsen gearbeitete Grab und einen Altar; diese untere Kirche lag in einer steinernen Substrukzion: „Inferior pars, sub lapideo tabulata, mirabili rotunda structura est fabricata." Die obere ebenfalls kreisrunde Kirche selbst enthielt vier Altäre: „In superiore igitur aeque rotunda ecclesia Sanctae Mariae, quatuor altaria inesse monstrantur." Das Grab Christi war eine Art von Krypta in der Mitte der Rotunde der heil. Grabkirche; Souterrains machen einen Theil der Basilika der Geburt Christi in Bethlehem aus. In Salonichi liegt das Grab des heil. Demetrios an der linken Seite der Basilika in einer von Ziegeln erbauten und mit einer Pendentifkuppel nach dem byzantinischen System bekrönten viereckigen Gruft. Es ist möglich, daß die Türken bei der Umwandlung der meisten griechischen Kirchen in Moscheen die anfänglich von den Erbauern angelegten Krypten verschütteten oder versperrten.

Armenien, der Kaukasus und die Ufer des kaspischen Meeres haben byzantinische Kirchen, welche nur sehr wenig von den Kirchen des griechischen Reiches verschieden sind. Mehrere derselben sollen von Justinian gegründet sein; und mehrere von ihnen haben Krypten, nämlich die von Verdschick, am Ufer des Kur in der Provinz Achaltzick, und die vom Kloster Kieghart, die Pulvermühle von Sewastopol, die der Festung Inkermann u. s. w —

Digitized by Google

II. Architektur- und Skulptur-Details.

Die Details und die Verzierungsskulptur der Byzantiner hat nicht weniger wie die allgemeinen Formen der Architektur eine eigenthümliche Physiognomie und Kompositionen, welche dieser Kunst charakteristisch sind. Die Kapitäle, welche im Allgemeinen bei allen Baustilen diejenigen Theile der Gebäude sind, an denen das Studium der Form und die Sorgfalt der Ausführung gewissermaßen das Vorbild zu allen andern Ornamenten geben, zeigen hier ganz neue Typen und zwar von der Regierung Konstantins an. Die eleganten korinthischen Formen werden ganz aufgegeben, die der ionischen Ordnungen werden länger, jedoch entartet und verändert beibehalten. Die Basen der Säulen verlieren ihr attisches Profil, um anfänglich schwerfälliger, dann aber in den Kompositionen, die wir sogleich kennen lernen und welche mit den griechischen oder römischen Formen gar nichts gemein haben, gänzlich verändert zu werden. Die sehr selten werdenden Gebälke verlieren die von dem Alterthum angenommenen Verhältnisse, um unter Justinian launenhafte Profile anzunehmen, und in den folgenden Jahrhunderten werden sie durch einfache abgeschrägte Bekrönungen ersetzt. Die schweren Formen ohne vorspringende Blätter, welche in den ersten Versuchen der christlich-griechischen Baukunst erscheinen, konnten nur die Folge eines fremden Einflusses auf den Boden von Griechenland sein, der in jener Epoche noch sehr reich an merkwürdigen Vorbildern der antiken Baukunst war. Die Perser, damals im Kampf mit den Kaisern des orientalischen Reiches und in fortwährender Berührung mit der asiatischen Christenheit unter den Sassaniden, scheinen die veranlassende Ursache zur Entstehung dieser neuen Kapitälform gegeben zu haben. In der That, wenn man die Monumente zu Shiras und Ispahan, wie auch diejenigen Bauwerke jener Epoche der persischen Kunst des byzantinischen Reiches vergleicht, welche Coste und Flandin im Jahre 1841 zeichneten, so erkennt man daran die letzten Spuren der antiken Kunst und die schweren und würfelartigen Formen, welche allgemein von den Byzantinern angenommen wurden. Man vergleiche nur das in Fig. 124 dargestellte Kapitäl, welches von einem Gebäude der Sassaniden ist.

Das Abendland, welches von jenem Lande zu entfernt lag, um demselben Einfluß zu erliegen, blieb noch mehrere Jahrhunderte auf dem vom Alterthum vorgezeichneten Wege. Als Konstantin in seiner neuen Hauptstadt die Basilika der heiligen Apostel erbaute, betrat er den damals von Asien vorgezeichneten Weg, wovon man sich überzeugen kann, wenn man einige von dieser Kirche herstammenden Kapitäle vergleicht, die zum Bau der Moschee Mahomet II. verwendet wurden, welche man an der Stelle dieser Kirche erbaute. Diese kostbaren Fragmente (siehe Fig. 98), an denen man noch die letzten Erinnerungen der antiken Kunst wahrnimmt, zeigen die Würfelform, von der die Byzantiner in der Hauptsache nicht wieder abgingen. Andere Beweise dieses fremden Einflusses sieht man in Venedig an den beiden Pfeilern (Fig. 125) der vom Bischof Paulin erbauten Kirche zu Tyrus, welche von den Venezianern fortgeschafft und auf dem St. Markusplatze als eine Trophäe der siegreichen Republik über Asien aufgestellt wurden.

Diese den architektonischen Formen des Kapitäls in den ersten christlichen Jahrhunderten im Orient vorgezeichnete Richtung setzte ihren Lauf ohne Unterbrechung fort; unter Justinian wurden die Kirchen des Sergius und Bacchos, des Theotokos, der heil. Sophia zu Konstantinopel, des heil. Demetri und der heil. Sophia zu Thessalonich, des St. Vital in Ravenna, des Bischofs Euphrasios zu Parenzo, nach diesem System verziert. Um das 4. Jahrhundert wurden diese Würfelkapitäle mit einer schweren Bekrönung überdeckt, welche dieselbe Form als sie selbst zeigte; ihr Zweck war die Bogenanfänger zu tragen. Man sieht diese neue Anordnung bereits an den von Konstantin errichteten Gebäuden aufkeimen. Im 6. Jahrhundert gewann dieses System eine allgemeine Entwickelung, wie man an den drei in Fig. 99, 102 und 106 dargestellten Kapitälen des Theotokos zu Konstantinopel, und in Fig. 104 von der Kirche des Sergius und Bacchos derselben Stadt, letztere als ein Beispiel der ionischen Ordnung, sieht. Im Abendlande wurden diese Säulendeckel bei den unter byzantinischem Einfluß entstandenen Gebäuden angewendet und erhielten dort noch übertriebenere Verhältnisse als im Orient, wie aus der Prüfung von St. Vital in Ravenna und San Stefano rotundo in Rom hervorgeht.

Als die Nachfolger Konstantins auf dem Berge Athos, am Fuße des Parnaß und in andern Theilen des Reiches zahlreiche Klöster errichteten, wovon noch mehrere vorhanden sind, wurden diese Würfelkapitäle mit einigen durch die Launen der Künstler entstandenen

Digitized by Google

Modifikazionen wiederholt. Man sieht deren, welche keine andere Form als die einer abgestumpften Pyramide haben, deren Basis den obern Theil einnimmt; eine leichte Krümmung verbindet sie mit dem Astragal der Säule. In Konstantinopel, Athen, Istrien und Venedig, Gegenden, wohin sie erst gelangten, bevor sie nach dem Abendlande kamen, haben wir zahlreiche Beispiele davon gesammelt. Fig. 108 und 109 sind zwei Kapitäle von der Kamnekareakirche in Athen.

Unter der konstantinischen Periode breiteten sich die antiken Palmetten, Blumen und Akanthusblätter noch über die ebenen oder gekrümmten Flächen des schweren byzantinischen Kapitäls aus. Unter der Regierung des Justinian nimmt das diese Flächen schmückende Laubwerk einen andern Charakter an; es wird spitziger ohne Relief; die vielen Blätter haben kaum noch drei Gefieder, welche an dem Krater anliegen; da wo sie vorspringen entwickeln sie sich als Verschlingungen. In St. Sophia sieht man in der Mitte des Kapitäls zwei Halbkreise nach der mannigfaltigsten Zeichnung ausgehöhlt; an anderen Kapitälen sind es griechische Kreuze und Monogramme, welche diese Stelle einnehmen. Als gegen den Verfall der byzantinischen Kunst die umgekehrte Pyramide die einzige gebräuchliche Form wurde, schmückte man sie mit gekreuzten Linien und magerm Laubwerk in ihren Zwischenräumen, oder mit gebrochenen und parallelen Sparren, oder mit Feldern und vorspringenden Kreisen (Fig. 100, 103, 105 u. 106). Die Formen, welche wir in allen ihren chronologischen Phasen verfolgt, wurden von den Byzantinern dem korinthischen Kapitäl substituirt; sie behielten in etwas dessen edlere Verhältnisse bei. Als sie es beabsichtigten, an die ionische Ordnung zu erinnern, entstellten sie sie weniger als die vorige; in der obern Etage der Kirche Sergius und Bacchos zu Konstantinopel sieht man solche Kapitäle, woran die antiken Formen wenig verändert sind; breite spitzige Blätter entspringen aus dem obern Theil der Voluten, um den vordern Theil zu schmücken; eine unverhältnißmäßige Bekrönung in Gestalt einer umgekehrten Pyramide bedeckt das Kapitäl; die St. Markuskirche in Venedig, die sowohl überhaupt wie im Detail der byzantinischen Kunst nachgebildet ist, zeigt uns zwei Beispiele mehr entarteter ionischer Kapitäle (Fig. 114) als die des Justinian an der Kirche des Sergius (Fig. 104).

Die Säulenbasen sind denen des Alterthums auf eine beinahe identische Art nachgeahmt. Bei gewissen Gebäuden komponirten die orientalischen Architekten Basen von einer ganz eigenthümlichen Form, deren Erfindung ihnen ganz und gar angehört. Man sieht solche an der Faßade der Kirche Theotokos (Fig. 118).

Justinian führte an der Sergiuskirche ein vollständiges Gebälk aus, welches eins der letzten der byzantinischen Architektur war, denn an allen andern Gebäuden wurde der Rundbogen an die Stelle des Architravs gesetzt. Bei diesem merkwürdigen Beispiele ist das mit Balkenköpfen und Zahnschnitten gezierte Hauptgesims wie auch der Fries in Verhältnissen angeordnet, die gegen die der antiken Kunst nur geringe Verschiedenheit zeigen; der Architrav dagegen hat eine unverhältnißmäßige Stärke; ein ungeheuerer Rundstab bildet seine Bekrönung, und umgekehrte Eierstäbe, Zahnschnitte ohne Verhältniß und eine ungeheure Torsade überladen den untern Theil (Fig. 120). Nach der Zeit Justinians verwandelten sich beinahe alle Bekrönungsglieder in schwere Abschrägungen mit einem dicken Streifen darüber, und die Skulptur dekorirte öfters den schrägen Theil, wovon man ein Beispiel an der Ikonostasis der Panagia Nikodemu in Athen (Fig. 112) sieht; an der Kirche der heil. Theodosia in Konstantinopel ist außerhalb eines dieser Glieder mit einer langen griechischen Inschrift mit vorspringenden Buchstaben verziert (Fig. 113), und endlich zeigen sich dieselben Bekrönungen, welche vom 8. bis 12. Jahrhundert oft im Abendlande zur Anwendung kamen, in Griechenland oft mit gemalten Ornamenten, wie beim Katholikon und bei Panagia Nikodemu in Athen (Fig. 116 und 117).

Die byzantinischen Architekten wendeten häufig zur Dekorazion ihrer kirchlichen Gebäude breite weißmarmorne Felder mit Reliefskulpturen von sinnreichen Verschlingungen gerader und krummer Linien an, welchen sie Kreuze, Rosetten und manchmal Darstellungen von wirklichen oder chimärischen Thieren hinzusetzten (Fig. 112—114); in den Fensterbrüstungen, in Arkaden, an Balustraden oder an andern Stellen des Gebäudes angebracht, wo sie wegen des Dienstes selbst nützlich oder als bloße Verzierung angebracht waren, machen diese gewöhnlich mit Geschmack aufgefaßten und ausgeführten Felder eine sehr gute Wirkung durch den ernsten Stil, der sie charakterisirt, und durch die verständige Beschränkung, mit der man sie gebraucht.

Die zur Dekorazion der Mauern, Pfeiler und end-

Digitized by Google

lich jedes andern Theils der Gesimse oder der Kapitäle angewendete Verzierungsskulptur ist in Griechenland sehr selten, ohne Zweifel wegen der Inoklasten und der Türken. Diese Skulptur folgte einer Richtung ähnlich derjenigen, welche wir bezeichnet haben; sie ahmte zuvörderst beinahe knechtisch die griechische Kunst nach, jedoch mit Ausnahme einiger im Anfange von den christlichen Künstlern geschaffenen Embleme wie man nach den Pilastern der Tyruskirche urtheilen kann, die sich jetzt bei der St. Markuskirche in Venedig befinden und wovon Fig. 129 ein Stück darstellt.

Von der Regierungszeit Justinians an erhielten die Kompositionen der Skulpturen, obgleich sie in Betreff einiger Details auf dem vom Alterthum vorgezeichneten Wege blieben, eine rauhe Physignomie ohne Geschmeidigkeit in der Ausführung; vom 10. bis 12. Jahrhundert an wurden sie ganz barbarisch, wie man sich aus den verschiedenen Skulpturen an dem Katholikon in Athen (Fig. 57) überzeugen kann.

I. Byzantinische Bauweise.

Die ersten orientalischen Kirchen scheinen gewöhnlich von Ziegeln erbaut worden zu sein. Die von Konstantin gegründete runde St. Georgskirche zu Thessalonich, die Eski-Dschuma, eine Basilika in derselben Stadt und ziemlich eine Zeitgenossin der vorigen, sind bloß aus diesem Material aufgeführt. Unter Justinian aber, der auch die Ziegel nur bei der großen Sophienkirche in Konstantinopel verwenden ließ, vermischte sich der Bruchstein mit dem gebrannten Backstein bei den großen kirchlichen Bauten, wie an den Kirchen Theotokos, Μονὴ τῆς χώρας, Pantokrator in Konstantinopel (Fig. 36, 45, 50), dann an der Apostelkirche und Sophienkirche zu Thessalonich, und an der Erlöserkirche zu Messembria (Fig. 131) bemerkt wird. Unter den Nachfolgern des Justinian veränderte sich das Mauerwerk bis zum 9. und 10. Jahrhundert sehr wenig; es macht sich aus dieser Zeit das opus reticulatum an der Kirche Μονὴ τῆς χώρας (Fig. 136) bemerkbar. Später wechselte das Bruchsteinmauerwerk mit Ziegelmauerwerk in Form von Rauten, Mäandern und andern Figuren ab, wie bei der Kirche Panagia Nikodemu zu Athen (Fig. 137). In derselben Epoche legte man Dachziegel in die horizontalen Fugen der Quader- oder Bruchsteine. Uebrigens gibt es in dieser Beziehung nichts Absolutes, denn die Systeme änderten sich im Oriente wie bei uns nach der Lokalität und nach dem zu Gebote stehenden Material; die vorstehenden Angaben stützen sich jedoch auf Beobachtungen, die durch die mitgetheilten Zeichnungen erläutert sind. Mehrere der byzantinischen Kirchen Attika's und Morea's wurden von Quadersteinen in großem Verbande erbaut; in Athen verwendete man selbst Marmor zur äußern Bekleidung des Katholikons, und wahrscheinlich kam dies reiche Material meistens von antiken Gebäuden, wovon das Katholikon einen hinlänglichen Beweis liefern dürfte, an welchem diese Quader aber mit vielem Geschick verwendet sind.

Die meisten Glockenthürme, welche man den byzantinischen Kirchen ohne Zweifel in der Epoche der venezianischen und französischen Eroberungen hinzufügte, sind im großen Verbande erbaut, wie z. B. bei St. Tariarchis in Athen, den Klosterkirchen zu Daphni auf der heil. Straße nach Eleusis, und der heil. Jungfrau in Mistra. Bei den meisten der Gebäude, die wir jetzt an uns vorübergehen sehen, sind die Gewölbe, die Bogen der Thüren und Fenster bald von Ziegeln allein, bald mit Hau- oder Bruchstein abwechselnd ausgeführt, welchen Alters sie und von welcher Bedeutung die betreffenden Bauten auch sein mögen.

Die Konstrukzion der Kuppeln, welche eine so große Rolle in der byzantinischen Architektur spielen, und die eine ihrer charakteristischsten Kennzeichen bilden, erheischte eine besondere Sorgfalt, besonders wenn sie einen großen Durchmesser hatten. Ohne Zweifel wurden die ersten, wie St. Georg zu Thessalonich, über starken Mauern errichtet (die der letztern Kirche sind 6m55 dick), und konnten nach Art der römischen mit Füllmauerwerk und Gurten von Backstein hergestellt werden; als man aber anfing, sie auf Pendentifs zu setzen und in ihrem großen horizontalen Kreise viele Fenster anzubringen, mußte man auf Konstrukzionsmittel denken, welche gleichzeitig Festigkeit und Leichtigkeit verbanden. Das Material, dessen sich die Architekten der St. Sophienkirche in Konstantinopel bedienten, ist bekannt; es waren Ziegel von Rhodos, die so leicht waren, daß zwölf derselben nicht mehr als ein gewöhnlicher Ziegel wogen; in regelmäßigen Schichten wurden sie versetzt. Siebzehn Jahre nach der Vollendung wurde das Gewölbe durch ein Erdbeben zum Theil zerstört und wieder mit Ziegeln von Rhodos

Digitized by Google

hergestellt, wie man es noch heute sieht. Der byzantinische Architekt, welcher unter Justinian die Kirche des heil. Vital zu Ravenna erbaute, wandte für das große Gewölbe ein von dem vorigen verschiedenes System an, indem er gebrannte Thontöpfe verfertigen ließ, die gegeneinander gesetzt wurden, so daß der Hals des einen in den untern Theil des andern steckte und der größte Theil des Gefäßes leer blieb; man versetzte sie vertikal vom Anfang der Kuppel an bis zum Niveau des obern Theils der Fenster, welche dieses Gewölbe beleuchten; von da ab aber wurden sie horizontal und spiralförmig ineinander bis zum Schluß des sphärischen Theils gelegt. Diese Kuppel hat seit Justinian allen Angriffen der Zeit widerstanden.

Die meisten Kuppelgewölbe, die man noch in den Klöstern und andern Kirchen des Orients sieht, haben eine zu geringe Größe, als daß man bei ihrer Konstrukzion auf solche besondere Mittel hätte denken dürfen; gewöhnlich bestehen sie aus Bruchstein und festem Mörtel, wie wir bei der Kirche Panagia in Athen wahrnehmen konnten, deren Kuppel jedoch eine der größten ist, welche über byzantinischen Kirchen nach der Regierung Konstantins gewölbt wurde, und welche jetzt noch ganz bestände, wäre sie nicht in der letzten Belagerung Athens von den türkischen Kugeln zerstört worden.

Holz war gewöhnlich bei den byzantinischen Gebäuden nicht gang und gäbe; aus der Beschreibung jedoch, welche Clavijo von der Kirche der heil. Maria in Blacherne macht, geht herror, daß dieses Material manchmal zur Ausführung großer Gewölbe verwendet wurde, denn er spricht darüber auf folgende Art: „Die Decke des großen Schiffes war noch reicher ausgeführt von Holz mit merkwürdigen Kassetten und Verbindungen, und die ganze Decke, Kassetten und Balken waren mit feinem Golde vergoldet u. s. w."

K. Kirchenmeubles in den Schiffen.

Chorstühle. — Da die Schiffe der byzantinischen Kirchen zu kurz waren, um einen Chor in ihnen anzubringen, so hatten sie weder Lettner noch Septum, um einen umschlossenen Raum für den Kirchengesang zu bilden; bei dem Sanktuarium befand sich ein um ein oder zwei Stufen über dem Boden des Schiffes erhöhter Raum, der die Solea bildete, wo die heiligen Ablesungen gehalten wurden. Da die griechischen Ceremonien zu lang waren, und die Kirchen nicht wie die katholischen viele Sitze für die Assistenten erhielten, so errichtete man enge Chorstühle, die manchmal um das ganze Hauptschiff herumliefen, und sich selbst an einigen Orten bis zum Vorhause des Tempels erstreckten. Der Reisende Clavijo beschreibt die Chorstühle, welche im Jahre 1403 die Klosterkirche des heil. Johannes ἐν ῥόδῳ in Konstantinopel schmückten: „Die genannte Kirche ist in ihrem ganzen Umfange mit Stühlen von geschnitztem, sehr ausgebildeten Holzwerk umgrenzt, und neben jedem steht ein kupferner Brazero mit Asche gefüllt, wo hineingespuckt wird, damit dies nicht auf den Boden geschehe." Diese Chorstühle waren für die Gläubigen bestimmt. In der Kirche St. Demetri sieht man solche, wovon Fig. 143 ein Beispiel gibt; die Kathedrale von Patras enthält deren eine große Menge (Fig. 134); die Kapellen von Korfu und Livorno, welche dem griechischen Kultus gewidmet sind, haben eine beträchtliche Anzahl Kirchenstühle von Holz, die nicht wie bei uns für den Klerus, sondern für die Gläubigen bestimmt sind, welche beim Meßamt assistiren und während der langen kirchlichen Ceremonien sich da niedersetzen können.

Der in Fig. 119 dargestellte Kirchenstuhl ist einer von denjenigen, die in dem Schiff und unter dem Exonarther der Kirche des heil. Demetrios in Smyrna stehen, deren Grundriß in Fig. 11 gegeben ist. Im Innern der Kirche verbinden sie unter sich alle die Säulen, welche die Schiffe trennen, so daß nur die den Seitenthüren des Tempels gegenüberliegenden Säulenweiten freigelassen sind.

Diese Kirchengeräthe sind nicht alt, weil alle diejenigen der alten byzantinischen Kunst seit der Eroberung der Türken verschwunden sind; nichts destoweniger zeigen sie noch die alte Anordnung des Kirchengeräthes in den Schiffen. In der Mitte sind ein oder zwei Sitze höher angelegt, wovon der eine, bedeutender als der andere, immer mit einer oder mehreren Kuppeln bekrönt ist, die an die byzantinischen Formen erinnern. Mehrere solcher Throne sieht man in Athen und Patras (Fig. 134). Die Throne von Smyrna sind bemerkenswerth wegen ihrer vergoldeten Skulptur und der Gemälde, womit sie geschmückt sind. In den Kirchen, deren Gemeinden zu arm waren, um Kirchenstühle aufzustellen, sind sie durch viele Krücken ersetzt, die an den Mauern standen, und gegen welche sich die Be-

Digitized by Google

ſucher der Kirche lehnten. Aehnliche Vorrichtungen ſieht man noch in den Klöſtern Aegyptens.

Ambonen. — Die griechiſchen Chriſten errichteten Ambonen in den erſten Jahrhunderten; in der St. Georgenkirche von Salonichi ſieht man einen ſolchen, welcher von den Nachfolgern Konſtantins herrührt. Sie ſcheinen nicht wie die der Lateiner ein Lectorium gehabt zu haben, das ausdrücklich zum Ableſen der heiligen Bücher beſtimmt war; man befeſtigte ein Pult an der Predigerkanzel. Die älteſten byzantiniſchen Ambonen haben Aehnlichkeit mit denjenigen in den lateiniſchen Kirchen. D'Agincourt gibt nach einem in Italien aufbewahrten griechiſchen Manuſkript eine Malerei, worauf ein Ambon dargeſtellt iſt; wie bei denen der Lateiner ſteigt man von zwei Seiten hinauf, und nur der Unterſchied zeigt ſich, daß oben ein kleiner Tempel ſteht, welcher einen Deckel trägt *). Man glaubt, daß die Venezianer bei der Eroberung von Konſtantinopel aus der Sophienkirche eine Kanzel entführten, die man in der Markuskirche ſieht; ſie wird von mehreren Säulen getragen, die auf einer großen von einer Seitentreppe zugänglichen Marmorplatte ſtehen; die Brüſtung der Kanzel beſteht aus gekrümmten mit Gliederungen eingefaßten Platten und trägt 6 im Kreiſe ſtehende Säulen mit ganz orientaliſchen Kapitälen, denn ſie haben die Geſtalt von Turbanen; ein hübſches Geſims verbindet die Säulen und trägt eine metallene vergoldete und mit einem großen Kreuz bekrönte Kuppel. Wir glauben nicht, daß dieſe Kanzel dieſelbe iſt, welche Juſtinian für die Sophienkirche machen ließ, denn die Beſchreibung, welche der griechiſche anonyme Schriftſteller von ihr macht, ſtimmt mit dem in Venedig jetzt ſtehenden Monument nicht überein. „Der Kaiſer," ſagt er, „machte ein Ambon, das von einem Sockel getragen wird, ein goldenes Gewölbe bedeckte es, das mit Perlen und Edelſteinen geſchmückt war; Helme von reinem Gold, welche die Säulen bekrönten, nahmen den obern Theil des Ambons ein; das Kreuz, welches das Ganze überragte, war ganz von Gold und wog 100 Pfund; es war mit werthvollen Perlen geſchmückt." Der Ambon des Juſtinian wurde ohne Zweifel durch den erſetzt, welchen man in Venedig ſieht und in dem man nichts vom Charakter des byzantiniſchen Stils aus dem 6. Jahrhundert bemerkt. Auch wurde dieſer Ambon nach der Einnahme von Konſtantinopel von den Lateinern renovirt, und bei dieſem dritten Geräth dachte man ſo viel als möglich an die hauptſächlichen Anordnungen desjenigen des Juſtinian.

In den großen modernen Kirchen von Smyrna und Konſtantinopel ſind die Kanzeln an einem Pfeiler angebaut und haben Aehnlichkeit mit den unſrigen, und eine iſolirte oder ſich an dem letztern anlehnende Treppe führt hinauf. Dieſe Kanzeln haben keinen Schalldeckel wie die des Abendlandes; am Vordertheil ſieht man gewöhnlich ein Pult, das ein hölzerner vergoldeter Adler trägt; eine ſehr alte Anordnung, die man in Italien an den Kanzeln von St. Ambroſius in Mailand und St. Miniato bei Florenz findet. Manchmal iſt dieſer Adler von einem Engel, einem Löwen und einem Ochſen begleitet, welche nebſt ihm die Attribute der vier Evangeliſten bilden.

Die byzantiniſchen Kirchen haben ein beſonderes Geräth, welches gewöhnlich im Schiffe ſteht, mit einer Kuppel bekrönt iſt, und das Anſehen eines kleinen alleinſtehenden und tragbaren Ciboriums hat; der untere Theil bildet einen Schrank, in welchem man viele Gemälde verwahrt, welche bei allen Hauptfeſten des Jahres aufgehängt werden. Iſt der Tag eines dieſer Feſte nahe, ſo nimmt man das Gemälde aus dem Schranke heraus, das ſich darauf bezieht, und ſtellt es zwiſchen den vier Säulen, welche die Kuppel tragen, in geneigter Richtung aus, ſo daß die Gläubigen es beſſer ſehen und ſich demſelben nähern können. Dies findet man in St. Demetri zu Smyrna, in Magneſia und in der griechiſchen Kirche zu Trieſt. Die Frommen küſſen dann während des Feſtes das Gemälde und legen neben demſelben eine kleine Münze nieder. In Fig. 141 ſehen wir ein ſolches Kirchenmeuble mit dem ausgeſtellten Bilde, das übrigens das einzige von allen denen iſt, die wir geſammelt haben, welches dem byzantiniſchen Stile gleicht, weßhalb es auch vorzugsweiſe für unſern Zweck dargeſtellt wurde.

L. Die Abſchließung des Sanktuariums am Schiff: die Ikonoſtaſis.

Da ſich das Sanktuarium der griechiſchen Kirchen wie im Abendlande von dem Ende des Mittelſchiffes bis zur Apſis ausdehnt, ſo iſt es gegen Norden und Süden durch Pfeiler oder Mauern begrenzt, in welchen Thüren angebracht ſind, die zu den Sakriſteien führen.

*) Agincourt, Historie de l'art etc. Peinture pl. XXXI N. 8.

Digitized by Google

Der Fußboden desselben liegt gewöhnlich höher als der des Schiffes und ist reicher als der letztere verziert. Die vordere Seite des Sanktuariums ist zur Erinnerung an das Allerheiligste des Salomon'schen Tempels durch eine Wand abgegrenzt, in welcher eine oder mehrere Thüren angebracht sind, je nachdem die Kirche mehr oder minder bedeutend ist. Diese Scheidewand wird Ikonostasis genannt wegen der Portraits und Gemälde, mit denen sie verziert ist, und aller Luxus von Architektur, Malerei und Vergoldung wird auf ihre Verzierung verwendet.

Man unterscheidet drei verschiedene Abschließungen. Die monumentalsten mit Säulen von geringem Durchmesser sind oft vom kostbarsten Marmor, an deren Gesimse Vorhänge wie bei den lateinischen Trabes angebracht sind. Die Mosaikmalereien der Kirche zu Bethlehem geben ein Beispiel der heiligen Abschließungen; die Kirche Panagia Nikodemu, welche bei der Belagerung von 1827 beinahe zerstört wurde, hat noch jetzt eine solche Abschließung (Fig. 138). Zwei Säulen von grüngeadertem Marmor bilden drei Oeffnungen und darüber liegt ein marmornes Gesims. In Folge einer nach dem ursprünglichen Bau vorgenommenen Veränderung ist bloß die mittlere Säulenweite offen geblieben und die beiden andern wurden ausgemauert und mit gemalten Figuren geschmückt, die wir aber in unserer Zeichnung weggelassen haben, um den eigentlichen Bau besser wahrnehmbar zu machen.

Der vordere Theil des Sanktuariums der St. Markuskirche in Venedig ist als Nachahmung dieser alten Ikonostasien von dem Schiffe mit zwölf Säulen von kostbarem Marmor getrennt; die Säulen sind durch ein Gesims verbunden, worauf die zwölf Apostel stehen.

Eine andere Art von Abschluß bemerkt man in den griechischen Kirchen, der auch der gewöhnlichere ist und in einer Holzwand oder leichten Mauer besteht, die nicht hoch ist und eine oder drei Thüren hat; kleine eingeblendete Säulen oder einfache Pilaster theilen sie in gleiche Felder; kostbare Malereien oder große Darstellungen von Christus und seiner Mutter in getriebenem Silber schmücken dieselben; gewöhnlich besteht der obere Theil in Form einer Attike aus einer ununterbrochenen Reihe von kleinen zarten Gemälden mit den zwölf Aposteln und den hauptsächlichsten Momenten des Lebens Jesu; eine ausgezackte Bekrönung von vergoldetem Holz, gebildet aus Palmetten oder Laubwerk, schließt den obern Theil ab, über dessen Mitte sich ein sehr reichverziertes Kreuz erhebt; oft ist der mit Engelsköpfen dargestellte Flabellum nach der Länge des Abschlusses wieder angebracht wie in Patras (Fig. 133) und den meisten Kirchen Griechenlands; die geringsten Kapellen, die kleinsten Klöster oder Dorfkirchen haben solche heilige Abschlußwände. Die Dekorazion derselben ist mehr oder minder reich, je nachdem die örtlichen Hülfsquellen beschaffen waren; die Malereien indessen sind gewöhnlich auf Goldgrund nach dem System des Mittelalters, das sich bis auf unsere Tage fortgepflanzt hat, ausgeführt. Vor und nahe an den Gemälden sind Lampen aufgehängt. In den reichen Kirchen bilden zahlreiche Kandelaber von großen Dimensionen und mit ungeheuren Wachskerzen eine erste Dekorazion vor der Altarwand, und das Feuer dieser Lichter verschmilzt sich mit den unzähligen an dem Gewölbe oder an der Decke des Tempels hängenden Lampen, welche öfters mit Straußeneiern bekrönt sind wie diejenigen, welche die Türken in ihren Moscheen aufhängen und die sonderbarsten Formen haben. So sieht man in der St. Spiridionkirche zu Korfu Lampen in Form von Schiffen, wie sie von den ersten Christen erbaut wurden.

Die schönsten Altarwände oder Ikonostasen dieser zweiten Art findet man in der St. Theodorkirche zu Pergamo, in der Kathedrale zu Smyrna und in der griechischen Kirche zu Livorno (Fig. 135), an welcher letzteren Darstellungen Christi und der Jungfrau von Silber in mehr als natürlicher Größe; in der Metropolitankirche zu Magnesia in Kleinasien trägt der obere Theil der Ikonostasis drei kleine vorspringende überkuppelte Tribunen, deren jede mit einem von den Statuen der Apostel begleiteten Kreuz bekrönt ist.

Eine sehr merkwürdige Altarwand ist in der Kirche St. Demetri zu Smyrna, an welcher Säulen von kostbarem Marmor die Dekorazion der drei Thüren bilden; ihre Basen, Kapitäle und Reifen sind von massivem Silber; vor den beiden Säulen der Mittelthür liegen zwei Löwen.

Diese beiden Arten heiliger Altarabschlüsse sind nicht so hoch, als daß man die obere Dekorazion der Seitenwände des Sanktuariums, seines Gewölbes so wie die der Apsis nicht wahrnehmen könnte, welche den Tempel abschließt. Wahrscheinlich schloß auf diese Art Justinian das Sanktuarium der St. Sophienkirche in Konstantinopel ab, und der Luxus,

Digitized by Google

welcher daran entwickelt wurde, erscheint nach den Andeutungen, die wir über einige noch bestehende Ikonostasen gegeben, nichts weniger als außerordentlich; die Wand bestand aus Cedernholz wie die des Salomon'schen Tempels. Nach Paulus Silentiarius war sie mit vergoldetem Silber bekleidet, eben so wie die zwölf gekuppelten Säulen, die dazu gehörten.

Endlich sieht man in den griechischen Kirchen eine dritte Art von heiliger Einfassung, die von eben so leichter Bauart ist als die, welche wir so eben beschrieben haben, sich aber bis zum Scheitel der Gewölbe erhebt und folglich das Sanktuarium nach seiner ganzen Höhe versteckt. Das schönste Beispiel hiervon ist die der heil. Spiridionkirche zu Korfu, deren unterer Theil mit Gemälden auf Goldgrund und mit Ornamenten von getriebenem Silber geschmückt ist; der ganze obere Theil bildet ein Gemälde mit Legionen von Engeln, die ein himmlisches Konzert um ein auf der Attika der Einfassung stehendes und sich bis zur Decke der Kirche erhebendes Reliefkreuz halten, an das Jesus gekreuzigt ist. Die erste Reihe der Attika enthält zwischen den Pilastern zwölf Portraits der Apostel in ganzer Größe auf Goldgrund; eine gleiche Zahl von Gegenständen aus der Geschichte des Heilandes nimmt die darunter folgende Reihe ein; in dem untern Theil der Altarwand sind drei Thüren, welche mit gemalten Flügeln geschlossen sind; über der rechten Thür erhebt sich der ungeheure Thronhimmel von Silber, dessen Ansicht wir in Fig. 127 bereits mitgetheilt haben.

Vorhänge und heilige Thüren. — Die erste Art von heiligen Abschlüssen bestand aus Säulen, zwischen denen sich auf Brüstungshöhe ein Septum *) erhob; der obere Theil der Säulenweiten war mit Vorhängen verschlossen. So werden sie in den Mosaiken der Kirche von Bethlehem dargestellt und sind also beinahe dasselbe als im Abendlande die Vorrichtungen zum Abschluß des Sanktuariums an den Basiliken, wenn sie keinen Triumphbogen hatten, unter welchem der Vorhang aufgehängt werden konnte. Sowohl vor dem griechischen wie vor dem lateinischen Sanktuarium befinden sich bloß in der Höhe des Septums eine oder drei heilige Thüren zur Abschließung des Altarraumes; die vor diesen Thüren aufgehängten Vorhänge wurden während eines Theiles der Ceremonien geöffnet, eben so auch die, welche in den übrigen Säulenweiten angebracht waren.

Die zweite Art des heiligen Abschlusses, welche eine ganze Mauer oder hölzerne Wand bildet, gestattete nach dem Bedürfniß eine oder drei heilige Thüren; gewöhnlich gehen diese Thüren nicht höher als die Brüstungshöhe; ein an dem obern Theil der Oeffnung aufgehängter Vorhang reicht bis zur heiligen Thür hinunter und kann nach Belieben geöffnet werden, ohne daß es auch die Thür sein muß. Wahrscheinlich ließ Justinian die in der heiligen Wand der St. Sophienkirche angebrachten Oeffnungen auf diese Weise verschließen, denn der griechische anonyme Schriftsteller, welcher darüber schreibt, spricht von gestickten Vorhängen, dann von heiligen Thüren von massivem Silber und ausgelegtem Golde. Clavijo führt die heiligen Thüren von vergoldetem Silber der heiligen Wand an, die er in der Klosterkirche des heil. Johannes „εβδόμω zu Konstantinopel sah; er spricht von kostbaren Steinen, womit sie geschmückt sind, und setzt hinzu, daß an den Thüröffnungen gewisse Wände von seidenem Tuch (dies sind die Vorhänge) sich befänden, „damit man," sagt er, „den Priester während des Ablesens der Messe nicht sehen könne." Diese Einrichtung sehr niedriger und mit einem Vorhang überdeckter Thüren ist noch in unsern Tagen am meisten üblich in den griechischen Kirchen, wie es auch nach den alten vorhandenen Beschreibungen im Mittelalter der Fall war.

Manchmal bildet auch der Vorhang allein den ganzen Verschluß; er hängt dann entweder an dem Triumphbogen, der vor dem Sanktuarium liegt, oder an einer eisernen Stange nach Fig. 144, wie wir in einer Kirche der Walachei gesehen haben. Der heil. Abschluß der Kirche des St. Demetri in Smyrna, von dem oben die Rede war, hat einen interessanten Vorhang, denn anstatt mit einem einfachen Kreuze verziert zu sein, wie es an diesen Vorhängen gewöhnlich der Fall ist, hat er ein Gemälde, das Jesus und die Samariterin am Brunnen darstellt, wie aus der dazu gehörigen Inschrift hervorgeht (Fig. 140). Er erinnert

*) In den römischen Basiliken waren die Schiffe von dem obern Theil des Monuments durch eine Barriere (septum) getrennt. Den Theil jenseits dieser Barriere, wo anfänglich die Justizbeamten ihren Platz hatten, der aber später von den Mitgliedern des Clerus und besonders von den Vorsängern eingenommen wurde, nannte man trans septum, jenseit der Barriere, woraus das französische Wort transsept entstanden ist. Es ist daher falsch, wenn man transept schreibt (Bourassée).

Digitized by Google

wegen des darauf gemalten Gegenstandes aus der heil. Geschichte an den Velum alexandrinum der abendländischen Basiliken, die so oft von Anastasius beschrieben werden, und besonders an den, welchen Papst Gregor IV. im 8. Jahrhundert der Kirche St. Paul vor den Mauern Roms schenkte.

M. Das Sanktuarium und die Geräthe desselben.

Nachdem wir die heilige Abschlußwand überschritten haben, treten wir in das Sanktuarium ein, dessen Wände mit Malereien in Fresko oder in Mosaik verziert sind. Der hauptsächlichste Gegenstand darin ist der Altar, der ursprünglich der einzige in einer Kirche war, denn erst später wurden deren drei aufgestellt, weßhalb in der heil. Wand gegenüber vor einem jeden eine Thür angebracht wurde. Der Altar der Griechen ist nicht wie im Abendlande ein Grab, sondern ein Tisch, der an den Tisch des heil. Abendmahles unseres Erlösers erinnert. Er besteht gewöhnlich aus einer marmornen oder hölzernen Platte auf einem Fragment einer antiken Säule, einer Inschriftensäule, oder selbst auf vier Füßen, wie bei einem gewöhnlichen Tische. Diese alte Einrichtung ist die Ursache, daß unter dem griechischen Altar kein Martyrium oder gemauerter Reliquienbehälter sich befindet wie in den lateinischen Basiliken des Abendlandes.

Der anonyme griechische Schriftsteller setzt uns in Kenntniß von der Sorgfalt, welche Justinian auf die Anfertigung des Altars der heil. Sophia verwendete. „Der Kaiser," sagt er, „wollte ihn kostbarer und glänzender herstellen als das Gold ist, weßhalb er die geschicktesten Leute kommen ließ und sich mit ihnen berieth; sie sagten ihm: werfen wir in den Schmelztiegel Gold, Silber, kostbare Edelsteine aller Art, Perlen, Bronze, Ambea, Blei, Eisen, Zinn, Glas und alle andern kostbaren Stoffe. Diese aus dem Tiegel gekommene Legirung wurde den Goldschmieden gegeben, die daraus den heiligen Tisch, ἁγιαστήριον, verfertigten, welcher von vier goldenen Säulen getragen wurde. Als er fertig geworden, ließ ihn der Kaiser auf vergoldete silberne Stufen stellen, und die Säulen des Ciboriums, die auch aus vergoldetem Silber ausgeführt waren, erhoben sich über diese Stufen und wurden mit kostbaren Steinen verziert. Ueber der Kuppel, welche sie trugen, stand ein goldenes mit Edelsteinen reich geschmücktes Kreuz, das 75 Pfund wog und von einer Kugel von massivem Golde, 118 Pfund schwer, getragen wurde; Lilien von Gold, 116 Pfund im Gewicht, hingen von dieser Kugel herunter. Das Wasserbecken wurde von Gold und Edelsteinen hergestellt. „Wer sollte nicht in Erstaunen gerathen," ruft der Autor aus, „bei dem Anblick dieses Altars, oder vielmehr, wer möchte lange den Glanz seiner Säulen, das Strahlende der Metalle und der Saphiren ertragen!"

Aus dieser merkwürdigen Beschreibung ersehen wir, daß der Altar der Griechen in Form eines Tisches wie bei den Abendländern mit einem Ciborium bekrönt war, das in Uebereinstimmung mit den Tempeln die Kuppel trug, welche seit dem Beginn der byzantinischen Architektur stets ein dieser Kunst eigenthümlicher Typus geblieben ist. An der konkaven Oberfläche dieses metallenen Domes war das Bild des Himmels gemalt, und von der Mitte hing eine Büchse herab, welche das heil. Abendmahl in sich schloß; kostbare Vorhänge hingen an dem Ciborium und gestatteten die Schließung der Säulenweiten wie in den lateinischen Basiliken.

Der Ursprung des byzantinischen Ciboriums reicht höher hinauf als die Regierung des Justinian; man bemerkt sein Erscheinen schon bei dem Altar, welcher in der Himmelfahrtskirche zu Jerusalem (Fig. 27) sich in der mittlern aber offenen Umschließung mit der Richtung gegen Osten befand. Die von den Benediktinern reproducirte Zeichnung des Bischofs Arkulph lehrt uns diesen Altar kennen, welcher mit Altare sub augusto tecto bezeichnet ist. Dieses Dach war das hauptsächlichste Element eines Ciboriums.

Im Centrum der heil. Begräbnißkirche, ein gleichzeitiges Monument mit dem vorigen, erhob sich über dem Grabe Christi selbst ein kleiner runder aus einem einzigen Stein konstruirter Tempel. „Rotundum inest in una eadem petra excisum tegurium." Ein marmornes Gewölbe, äußerlich vergoldet und bekrönt mit einem großen Kreuz, bedeckte diese Rotunde, in der man den Ursprung der halbkreisförmigen Abschließung erkennen kann, die sich von da an bis auf unsere Tage für die Bekrönung des griechischen Ciboriums erhalten hat (Fig. 29).

Das griechische Manuskript des Jakobus Monakus, das in der Nazionalbibliothek zu Paris aufbewahrt wird, und die Mosaiken von St. Markus in Venedig zeigen uns mehr als ein byzantinisches Ciborium; die

Digitized by Google

Formen derſelben ſind verſchieden, alle aber ſind mit dem orientaliſchen Dom bekrönt. In Fig. 142 ſehen wir das Ciborium des eben gedachten Manuſkriptes.

Nach demſelben Vorbilde konſtruiren die Neugriechen die beſcheidenen Ciborien von Holz, welche ſie in ihren durch den Krieg geplünderten Kirchen aufſtellen, und wenn ſie über dem Altar keine anbringen, ſo erſetzt eine kleine in der Decke des Sanktuariums hergeſtellte Kuppel die des Ciboriums. Dieſe Anordnung ſieht man z. B. in der Kirche des heil. Demetri zu Smyrna; die Büchſen, welche das heil. Abendmahl enthalten, ſind in dieſem Kuppelgewölbe aufgehängt, wie ſie es urſprünglich an demjenigen waren, das von den vier Säulen des Altars getragen wurde. Ein Evangelienbuch, zwei oder vier Kerzen, ein Kreuz und zwei Flabellia auf ihren Fußgeſtellen bilden die Dekorazion der Altäre, wie aus Fig. 132 und 146 zu erſehen iſt. Die zweite Figur zeigt den großen Altar der Demetrikirche in Smyrna, und Fig. 132 den kleinen Altar desſelben Gebäudes; beide Altäre ſtehen nicht wie die in Fig. 138 und 144 auf Bruchſtücken von Säulenſchaften oder andern Fragmenten von runden Architekturſtücken, ſondern auf vier hölzernen Füßen wie ein gewöhnlicher Tiſch.

N. Geräthe in den Apſiden.

Eine oder mehrere halbrunde Bänke nahmen die Hinterwand der Apſis ein, die ganz ſo wie das Presbyterium der lateiniſchen Baſiliken ausgeſtattet war. Eine derſelben, die wir in Athen bei einer zerſtörten Kirche aufgenommen, iſt mit zwei beſonderen Sitzen in einem Marmorblock ausgehauen. Sie iſt in Fig. 151 dargeſtellt.

Der Thron des Patriarchen, des Biſchofs oder des Abtes ſtand in der Mitte der Exedra. Paulus Silentiarius, welcher den Thron des Oberhauptes der griechiſchen Kirche in St. Sophia beſchreibt, ſagt, daß er von vergoldetem Silber geweſen ſei, eben ſo die ſieben daneben ſtehenden Stühle. Die Malereien in dem ſchon erwähnten Manuſkript des Jakobus Monakus lehren uns mehrere Throne von Biſchöfen oder Aebten kennen, die auf Stufen ſtanden wie bei den Abendländern (Fig. 142). Auch findet man ſolche in den älteſten Moſaiken der Markuskirche in Venedig. Dieſe werthvollen Dokumente beſtätigen es, daß in dieſer Beziehung die Anordnungen während des ganzen Mittelalters dieſelben waren und es nach den Beiſpielen, die man in manchen Klöſtern und in der St. Demetrikirche in Smyrna findet, es heutigen Tages noch ſind. In der letztgenannten Baſilika iſt der vor dem einen der drei Fenſterausſchnitte der Apſis aufgeſtellte Thron von weißem Marmor; Konſolen ſchmücken den vordern Theil, zu dem einige Stufen hinaufführen. Die Plätze für die Geiſtlichen, anſtatt eine Bank zu bilden, welche der Krümmung der Apſis folgt, ſind an jeder Seite des Thrones in Form von drei Stufen angebracht, welche ſchmale Treppen zum Aufgang auf die Seiten des biſchöflichen Thrones zu bilden ſcheinen (Fig. 148).

Einen antiken Biſchofsthron ſieht man (Fig. 130) in der St. Markuskirche in Venedig, welcher in dem Baptiſterium ſteht. Der obere Theil der Rücklehne iſt mit einem Kreuz geſchmückt, neben welchem die Figuren der heil. Petrus und Paulus dargeſtellt ſind; weiter unten iſt ein Baum ſkulptirt und an deſſen Fuß ein Lamm. An den Seiten ſieht man zuvörderſt angebrannte Kerzen, unter denen man in einem größeren Felde einen mit einem Heiligenſcheine und das Evangelium tragenden Chriſtus erblickt, der von ſechs Adlern mit ausgebreiteten Flügeln umgeben und von Roſen nebſt zwei Engelgeſtalten begleitet iſt, welche Elephanten anblaſen. Der untere Theil dieſer Seitenflächen zeigt Oeffnungen in der Marmormaſſe, welche ſeitwärts mit Palmetten geſchmückt iſt Die ganze Phyſiognomie dieſes Kirchengeräthes iſt orientaliſch, und wahrſcheinlich iſt es während der Eroberungen der Republik vom Orient nach Venedig gebracht worden.

In Ravenna ſieht man einen alten byzantiniſchen Biſchofsthron, der ganz in Elfenbein ausgeführt und mit Figuren und ſkulptirten Ornamenten bedeckt iſt. In Griechenland hatten wir Gelegenheit eine Reihe von biſchöflichen mit Kuppeln bekrönten Biſchofsſitzen zu ſehen und zu zeichnen; die in Fig. 145 und 147 ſind einige Beiſpiele davon und der allgemeine Typus derſelben.

O. Einfluß der byzantiniſchen Architektur auf die ganze Chriſtenheit.

Grundriſſe. — Alle Gegenden des Orients, welche durch das Chriſtenthum aufgeklärt wurden, nahmen von dem griechiſchen Kaiſerthum den religiöſen Architekturſtil, den wir in den vorhergehenden Blättern haben kennen lernen, jedoch mit den geringen Modifikazionen an, welche jedem Volke eigenthümlich ſind. Afrika

Digitized by Google

zeigt uns noch jetzt an mehr als einem Monumente Aegyptens und Nubiens Spuren der byzantinischen Baukunst, welche sich mit den antiken Gebäuden vermischten, als sich die Mönche dort niederließen. Die koptischen Geistlichen blieben auf diesem durch ihre Vorgänger ihnen vorgezeichneten Wege. Die letzten Reisen, welche in Abyssinien gemacht wurden, haben uns zu der Kenntniß von runden in den Felsen gehauenen Kirchen geführt. Prokopius erzählt uns, daß Justinian als Herr von Karthago daselbst zwei Kirchen ausführen ließ, wovon die eine in dem Palastumfange gelegene der heil. Jungfrau, die andere dem heil. Primus gewidmet war. Der Kaiser, welcher der byzantinischen Kunst eine große Ausbildung gegeben, konnte nur diesen Stil für die Kirchen der Hauptstadt Afrikas annehmen. Derselbe Prokop bemerkt in seiner Abhandlung über die Gebäude, daß Salomon, General des Justinian, an dem Hafen von Karthago ein Kloster errichten ließ, welches er in der Art befestigte, daß es zur uneinnehmbaren Citadelle wurde, wie es bei den Klöstern des Berges Athos der Fall ist.

In Asien war die Architektur der Armenier eine beinahe servile Nachahmung der byzantinischen; im Vergleich zu den griechischen Kirchen haben sie kaum einen andern Unterschied als in dem äußern Umfange wegen der vielen Vorsprünge der mehrfachen Apsiden und der kleinern Vorhallen.

Die Armenier bekrönten ihre Sanktuarien mit Kuppeln, die von großen Bogen und Pendentifs getragen wurden; äußerlich waren diese hemisphärischen Gewölbe mit konischen Dächern bedeckt; die Kirche von Etschmiadsin (Fig. 44) und Ani sind Beispiele dieser Eigenthümlichkeit; manchmal ersetzten die Baumeister dieser Nazion die innere Kuppel und den sie tragenden Tambour durch ein kegelförmiges Gewölbe, das sich ohne irgend eine Vermittlung über den Pendentifs erhebt, wie zum Beispiel in der Kirche von Digour (Fig. 152). Wir werden übrigens den Kirchen der Armenier, die manche schöne Beispiele bieten, gelegentlich eine besondere Arbeit widmen.

Von den Ufern des schwarzen Meeres an drang die byzantinische Baukunst gleichzeitig mit dem Christenthum bis tief in Rußland vor und erhielt sich in diesem Lande in ihrer ganzen Vollkommenheit bis zu den uns nahen Jahrhunderten. Nur eine Verschiedenheit macht sich an der Form der Kuppeln bemerkbar, die nämlich, daß sie zwiebelähnlich ist, weßhalb sie auch Aehnlichkeit mit denen der asiatischen und ägyptischen Moscheen hat. Was die übrigen, sowohl äußern als innern Anordnungen betrifft, so waren sie ganz dieselben wie unter dem griechischen Kaiserthum, und die Identität des Ritus mußte dazu beitragen die Gleichheit des Plans, der architektonischen Formen und selbst der Kirchengeräthe nach dem Norden zu übertragen.

Bei der abendländischen Christenheit war der byzantinische Einfluß nicht geringer, denn Konstantin sowohl als Justinian errichteten daselbst Tempel nach dem Beispiel der griechischen; indessen kämpften der lateinische Ritus und die apostolischen Vorschriften mit größerem Erfolg gegen die Einbürgerung dieser Kunst in unsern Ländern an; sie hinterließ hier wenige vollständige Beispiele, wohl aber zahlreiche Architekturdetails und Tradizionen, die sich von Jahrhundert zu Jahrhundert verloren, indem sie sich mit der abendländischen Architektur vermischten. Wir werden diesen Stil in die Gegenden verfolgen, wo er Erinnerungen zurückgelassen hat, und beginnen mit Italien, wohin ihn politische und geographische Ursachen zuerst führen mußten, bevor er in alle übrigen Gegenden des lateinischen Europa's vordringen konnte.

Als Konstantin in Rom die Kirche der heil. Marcellinus und Petrus erbaute, in welcher er das Grabmal der heil. Helena, seiner Mutter, errichtete, gab er ihr die runde Form zum Andenken an die Himmelfahrts- und heil. Grabkirche, so wie an das Grab der Mutter Gottes zu Jerusalem. Der Grundriß, der uns durch Bosio erhalten ist, hat Exedren und Kapellen, die in der Mauerstärke angebracht sind wie bei der heil. Grabkirche und der St. Georgskirche zu Salonichi. Um dem Grabe der Kaiserin einen mehr orientalischen Anstrich zu geben, legte er eine heilige von Portiken umgebene Area an, wie wir deren bei allen primitiven Kirchen Griechenlands sehen. Dieses Gebäude muß eins der ersten Beispiele in Italien sein, worin man so vollständige Beispiele des orientalischen Christenthums hatte (Fig. 150 und 164).

Als derselbe Kaiser später dem Andenken seiner Tochter Konstanzia ein Gebäude (Fig. 149) widmete, erhielt dasselbe ebenfalls die runde Form; Exedren und Nischen schmückten die Umfassungsmauern, eine Reihe gekuppelter Säulen wurde im Innern angeordnet wie bei der heil. Grabkirche, um die Kuppel zu tragen. In diesem

Digitized by Google

Gebäude Konſtantins wie auch in dem vorigen wurden die ſphäriſchen Gewölbe im Innern durch Fenſter erleuchtet, die an ihrer Baſis angebracht waren, um die Moſaiken ſichtbar zu machen, womit man ſie verziert hatte; ganz orientaliſche Anordnungen, wie wir es in den vorhergehenden Abſchnitten, welche die Grundriſſe, die Faßaden und das Innere der Baſiliken der erſten griechiſchen Chriſten darſtellen, geſehen haben.

In derſelben Zeit wurde die kleine Kirche St. Tiburtius in Rom nach einem Grundriß (Fig. 165) erbaut, der ein griechiſches Kreuz darſtellte wie das Gebäude von Sichem (Fig. 32), das über dem Brunnen der Samaritanerin errichtet und von dem heil. Arkulph gezeichnet wurde.

Im 5. Jahrhundert entſtand die große Kirche Stephano Rotundo (Fig. 158) auf dem Monte Coelius in Rom unter demſelben neugriechiſchen Einfluſſe wie man aus ihrer Form, die gegen alle lateiniſchen Gebräuche iſt, und aus den Kapitälen erſieht, welche wie die von Byzanz mit einer ſchweren umgekehrten Pyramide bekrönt ſind.

Die Regierung Juſtinians gab Ravenna die Kirche des heil. Vital (Fig. 154), welche im Abendlande der vollſtändigſte Typus der Architektur des griechiſchen Kaiſerreiches iſt. Dieſes Monument, deſſen Grundriß ein Achteck bildet, hat die größte Aehnlichkeit mit den Beſchreibungen, welche Euſebios und Albupharagos von dem goldenen Tempel machen, der der heil. Jungfrau in der Stadt Antiochien von Konſtantin geweiht wurde. An mehreren Stellen des inneren Umfanges ſind Exedren und in der Art angebracht, wie in den Kirchen von Sergius und der heil. Sophia zu Konſtantinopel; eine Galerie in der erſten Etage bildet Tribunen, die denen ähnlich ſind, welche man in allen orientaliſchen Kirchen ſieht und für die Weiber dienen; eine halbkreisförmige Kuppel in großer Höhe über dem Boden bekrönt das Monument und erleuchtet es durch Fenſter am untern Theil des Gewölbes; endlich ſind alle Architekturdetails im byzantiniſchen Stil gehalten.

Auch das nördliche Italien zeigt uns einige Beiſpiele von runden Kirchen, die man dem 10. und 11. Jahrhundert zuſchreibt, in Perugia, Bergamo (St. Tomaſio in Limine Fig. 155) und in Bologna.

Die venezianiſchen Eroberungen im griechiſchen Reiche belebten die byzantiniſche Architektur in Italien von neuem. Die Baſilika von St. Markus in Venedig gibt das vollſtändigſte Beiſpiel davon, und noch jetzt in Konſtantinopel beſtehende Kirchen wie St. Sophia und Theotokos haben derſelben gewiß als Vorbild gedient; alles an und in dieſem merkwürdigen Tempel, von den hauptſächlichſten Theilen des Grundriſſes an bis zu den unbemerkbarſten Details iſt von der griechiſchen Kunſt inſpirirt. Die Kirche Santa-Fosca in den Lagunen von Venedig beweiſt durch ihre Kuppel, ihre Anordnung der Apſiden, ihre Baſen und andere Architekturdetails, womit ſie geſchmückt iſt, einen unbezweifelten orientaliſchen Einfluß; die Kirchen von Ancona, Padua, Piſa und ſelbſt Siena, welche alle mit Kuppeln bekrönt ſind, empfingen alle ihren Theil der vom Orient ausgehenden Bewegung.

In Sicilien, wo Sprache, Geſetze, Magiſtratur und Induſtrie ſchon lange Zeit griechiſch waren, erkennt man an den chriſtlichen Gebäuden eine unbeſtreitbare byzantiniſche Phyſiognomie. Die Kirche des Kloſters Martorano zu Palermo, aus der Regierungszeit Roger I. und erbaut von dem Admiral George, iſt mit Ausnahme der langen Schiffe in allen Theilen ein griechiſches Gebäude.

An den Gebäuden nach dieſer Epoche ſieht man den byzantiniſchen Einfluß durch das mehr oder minder entwickelte Uebergewicht des römiſchen Hofes ſchwächer werden, was man an den Kirchen von Kephalu und des Kloſters Monreal bemerken kann, deren Grundriſſe an ihren öſtlichen Theilen noch byzantiniſche Verhältniſſe zeigen. An allen übrigen Theilen dieſer beiden Gebäude gewinnt die Spitzbogenbaukunſt in Folge der normänniſchen Herrſchaft die Oberhand.

Von Italien ging der byzantiniſche Stil nach Frankreich über. Die erſte Inſpirazion dieſer Kunſt, welche man wahrnimmt, iſt die große von Perpetuus bei Tours über dem Grabe des heil. Martin erbaute Kapelle; Gregorius von Tours, welcher ſie beſchreibt, erzählt uns, daß ſie wie die heilige Grabkirche aus einem runden mit vielen einzelnen Säulen geſchmückten und das Sanktuarium (altarium) bildenden, dann aus einem rechtwinkligen Theile (capsum) beſtand, welcher die vor dem erſtern liegenden Schiffe enthielt (Fig. 156). In Paris errichtete Childebert die Kirche von Germain-l'Auxerrois nach einem runden Grundriſſe; Abbon nennt ſie St. Germain-le-Rond. Im 8. Jahrhundert wollte Karl der Große ſeine Stadt

Digitized by Google

Aachen mit einer Kathedrale beſchenken, und er wandte ſich deshalb an den Papſt Hadrian I. mit dem Anſuchen ihm von Ravenna Marmor- und Moſaikkünſtler zu ſenden, und das von ihm erbaute Gebäude wurde der Kirche St. Vital faſt ſoviel als nachgeahmt (Fig. 157). In Germigny-des-Prés legte Theodulph, Abt von St. Benoit sur-Loire, Apſiden an den Enden der Querſchiffe der Kirche wie bei den orientaliſchen Kirchen an, und die koſtbaren Moſaiken, mit denen eine derſelben geſchmückt iſt, ſind ganz im byzantiniſchen Stil; ſie ſind die einzigen in Frankreich. In mehreren Provinzen dieſes Landes ſieht man runde Kirchen, die an die griechiſchen erinnern und wegen ihrer ausnahmsweiſen Anordnungen eine beſondere Erwähnung verdienen; ſie ſind meiſtens aus dem 11. und 12. Jahrhundert. Dahin gehören die Kirchen Sainte-Croix zu Quimperlé, Rieux-Merinville, Venasque, und St. Michael bei Angoulême. In derſelben Epoche wurde die kleine Kirche von Planès in den Oſtpyrenäen mit dreiſeitigem Grundriſſe und einer Apſis an jeder Seite derſelben erbaut; das Schiff wurde mit einer Kuppel überwölbt. Im 12. Jahrhundert erblickt man die Formen von der der heiligen Grabkirche nachgeahmten Baſilika des heil. Martin zu Tours an der Abteikirche von Charroux (Fig. 160), und zu Ottmarsheim wiederholen ſich an der Abteikirche (Fig. 163) daſelbſt die Anordnungen der Kathedrale von Aachen. Aus dem Grundriß der erſten Etage dieſer Kirche erſieht man, wie bei der Kathedrale von Aachen (Fig. 157), daß die über die großen Bogen des Erdgeſchoſſes geſtellten Säulen eine Tribune dekoriren, welche nach Art der Gynäkoniten der byzantiniſchen Kirchen eingerichtet iſt. In der Abtei von St. Benigne zu Dijon erhebt ſich eine ſehr große Rotunde mit drei innern Säulenreihen über den untern Kapellen in einem Stil, deſſen Urſprung in das 7. oder 8. Jahrhundert zu ſetzen iſt (Fig. 161); a und b ſind zwei runde Glockenthürme mit den Treppen zur erſten Etage, c iſt eine Halbrotunde, welche die Vorhalle über einer unterirdiſchen Kapelle bildet; d und e ſind die runden Schiffe des Erdgeſchoſſes und der erſten Etage, f iſt das Sanktuarium. Die Kirchen von St. Front und Perigueux, Cahors, der Abteien von Souillac und Fontevraut, welche aus derſelben Epoche ſtammen, ſind mit Kuppeln bekrönt, welche denen der Byzantiner ähnlich ſind, und endlich hatten die Mönche in der alten Abtei des heil. Medardus in Soiſſons im Jahre 1158 ein Gebäude errichtet, das in großen Verhältniſſen die St. Sophienkirche in Konſtantinopel reproducirte; die Kirche von St. Sauveur in Nevers hat ein Kapitäl, das eine vollſtändige byzantiniſche Kirche darſtellt. Ein berühmter Orden, der der Templer, trug ebenfalls dazu bei, im Abendlande bis zum 13. Jahrhundert die Formen der erſten chriſtlichen Gebäude des griechiſchen Kaiſerthums zu reproduciren; als Wächter des heil. Grabes und als Beſchützer der vielen Pilger, welche das heil. Land beſuchten, ahmten ſie bei ihren Kirchen und im Allgemeinen nach beſchränkten Verhältniſſen die Umriſſe des Monumentes von Jeruſalem nach, welches das Motiv zu ihrer Inſtitutizion geweſen war. Die meiſten ihrer Kapellen waren rund, und da ihr Orden ſich in Spanien, Frankreich, Deutſchland und England verbreitete, ſo erhielten ſie in dieſen Ländern die letzten Erinnerungen der byzantiniſchen Architektur wach. Die Kirchen du Temple in Paris und London (Fig. 166) und in Deutſchland waren rund. Auch ſieht man einige, welche nach polygonalen Grundriſſen wie zu Segovia (Fig. 162), Montmorillon (Fig. 153), Laon (Fig. 159) und Metz (Fig. 167) erbaut ſind. Dieſe letzte Form beſtätigt die Abſicht der Templer, an einige der wichtigſten Gebäude der Chriſtenheit zu erinnern.

Façaden. — Die byzantiniſche Kunſt hatte keinen geringern Einfluß auf die architektoniſchen Formen einer großen Anzahl von Gebäuden des Abendlandes als auf die Anordnung des Grundriſſes; in Fig. 67 ſehen wir die gedrückte Kuppel der von Konſtantin erbauten Kirche der heil. Marcellin und Peter in Rom, und an dem untern Theil dieſer Kuppel Oeffnungen, welche neuerlich im Orient erfunden wurden, um den innern Theil der Kuppel zu erleuchten. Derſelbe Fürſt errichtete auch in Rom zu gleicher Zeit die Kirche der heil. Konſtanzia und bekrönte ſie mit einer Kuppel, die auf einem cylindriſchen Tambour ruht, gerade ſo wie er in Salonichi eine Kuppel ausgeführt hatte. Die Kirche des heil. Vital zeigte unter Juſtinian Anordnungen, denen ähnlich der Baſilika von Antiochien, welche Konſtantin der heil. Jungfrau widmete; die Fenſter öffnen ſich wie bei St. Sophia in Konſtantinopel über dem großen horizontalen Kreis der Kuppel. Die Kirchen in Aachen, Ottmarsheim und alle Kapellen der Templer, welche noch in Europa beſtehen, haben äußere Anordnungen, welche die Folge der Nach-

Digitized by Google

ahmung dieſes erſten Syſtems der kirchlichen Architektur der Byzantiner ſind.

Der größte Theil der runden oder polygonalen Tempel neugriechiſcher Kunſt im Abendlande waren mit koniſchen oder pyramidalen Dächern bedeckt; alle vorerwähnten Kirchen gehören in dieſe Kathegorie. Die Templer verfuhren auf dieſelbe Art mit ihren Kapellen, und dieſe durch unſer Klima bedingte Anordnung tritt in ihrem allgemeinen Anblick durchaus nicht gegen die urſprünglichen Formen der orientaliſchen Tempel; die Kirche des heil. Georg zu Salonichi, ſo wie die Templerkirche in Segovia (Fig. 170) haben Dächer über ihren Kuppeln.

Die zweite für die Faßaden angenommene Methode, welche wir auf Seite 370 beſchrieben haben und in der Bekrönung derſelben mit Geſimſen oder horizontalen Bändern beſteht, iſt im Abendlande durch die Eremitenkirche zu Palermo (Fig. 189), ein Gebäude mit 5 Kuppeln über kubiſchen Unterbauten, repräſentirt.

An den Faßaden von St. Markus in Venedig (Fig. 168) ſieht man die großartigſte und ſchönſte Anwendung des dritten von den Byzantinern angewendeten Syſtems, welches darin beſteht, die Gebäude mit mehrfachen Krümmungen zu bekrönen, was durch den Bau der innern Gewölbe bedingt wurde. Vergleicht man die Faßade der Markuskirche mit denen in Fig. 36, 43, 45, 50, ſo ſieht man ſogleich, daß das Syſtem der abgerundeten Konſtrukzion, welches im Orient ſeit dem 8. Jahrhundert vorherrſchte, an dieſem Gebäude nachgeahmt wurde. Gegen das 14. Jahrhundert fügte man Bogen darüber hinzu, welche dieſe Baſilika bekrönen, ſo wie auch gothiſche Ornamente, in der Abſicht den Geſammtreichthum zu erhöhen. Die Apſis dieſer Kirche iſt ebenfalls eine identiſche Reprodukzion der Apſiden der Kirche des chriſtlichen Konſtantinopels, und auch an ihren Seitenfaßaden findet man die halbkreisförmig abgerundeten Bogen, welche die obern Theile der orientaliſchen Tempel während der dritten Periode der neugriechiſchen Kunſt bilden.

Die Kirchen endlich von St. Fosca zu Toreella in den Lagunen, St. Antonin Padua (Fig. 181), St. Kyriakos in Ancona ſind alle Gebäude mit Kuppeln, die offenbar unter griechiſchem Einfluß erbaut wurden, und die verſchiedenen Theile ihrer Faßaden ſind mit Giebeln bekrönt, wie wir ſie bei der vierten Dekorazionsmethode der orientaliſchen Kirchen Seite 371) angedeutet haben, und welche die letzten in der Anwendung geweſen zu ſein ſcheinen; die Monumente Italiens, welche wir ſo eben anführten, datiren aus einer ſpätern Methode als die, welche zuerſt aufgezählt wurden.

In Frankreich und beſonders im alten Périgord, wo der Einfluß der neugriechiſchen Kunſt unbeſtreitbar ſich bemerklich macht an den Kirchen St. Front-de-Perigueux, Cahors, Souillac u. ſ. w., iſt die vierte byzantiniſche Methode vorzugsweiſe angenommen worden, ohne Zweifel, weil ſie eines Theils dem dortigen Klima mehr zuſagte, und andern Theils, weil ſie dort in einer Epoche erſchien, in der ſie im griechiſchen Reiche in der Blüthe ſtand.

Innere Anordnung — Alle ſo eben angeführten Gebäude, welche im Abendlande an die Tempel des byzantiniſchen Reiches erinnern, haben auch im Innern dieſelben Beziehungen als ihre äußern Theile; die runde Kirche der heil. Marcellin und Peter war eine einfache Rotunde und umgeben mit tiefen Niſchen wie die Kirche St. Georg zu Salonichi; eben ſo wie dieſe Kirche hatte ſie an dem untern Theil der Kuppel Fenſter, welche ihre Dekorazion beleuchteten; in dem Tempel der heil. Konſtanzia in Rom, in welchem wie bei der heil. Grabkirche eine Säulenſtellung herumlief, waren alle Flächen der Gewölbe mit Moſaiken bedeckt, die in einem Stil aufgefaßt und ausgeführt waren, der von dem des Alterthums wenig abweicht, wie diejenigen, die man in der eben genannten St. Georgskirche ſieht. Der Tempel des heil. Vital zu Ravenna, welcher nach Art der „goldenen Kirche“ in Antiochien nach einem polygonalen Grundriß angelegt wurde, hat wie die große und die kleine Sophienkirche zu Konſtantinopel Exedren mit Säulen, welche in der erſten Etage die Frauentribunen dekoriren und darüber halbkuppelförmige Gewölbe tragen, die ſich an das Hauptſchiff anlegen. Koſtbare Marmorarten bilden die Felder des Fußbodens und ſchmücken die untern Theile der Mauern überall, wo nicht Moſaik auf Goldgrund erſcheint; alle Dekorazionsdetails ſind im byzantiniſchen Stil. Die Kathedrale in Aachen wurde in demſelben Geiſte geſchmückt als die Kirche St. Vital, weil Karl der Große von dem Papſt Hadrian Künſtler in Moſaik und koſtbaren Marmor verlangte, die er ihm auch von Ravenna aus zuſandte.

Die Gebäude, welche ſich vom 11. bis 13. Jahr-

Digitized by Google

hundert als Nachahmung der vorhergehenden erhoben, wie die Abteikirchen von St. Benigne zu Dijon, Ottmarsheim, und die Kapellen der Tempelherren, unterſcheiden ſich von den vorigen durch einige Abweichungen in der Anordnung der Gewölbe und Oeffnungen, dann durch eine minder reiche Dekorazion, bei welcher der Marmor durch Stein und die Moſaik durch Malerei erſetzt iſt.

Im Abendlande wie im byzantiniſchen Reiche zeigen die Tempel, die nach den orientaliſchen Ideen erbaut ſind, welche ſich ſeit der Regierung des Juſtinian entwickelten, ſehr mannigfaltige Dispoſizionen, wenn ſie keine runde oder polygone Grundform haben. Dieſe Varianten hingen im Allgemeinen von dem Grade der Wichtigkeit des Gebäudes ab; z. B. bei der Baſilika des heil. Markus zu Venedig, welche der größte der byzantiniſchen Tempel im Abendlande iſt, ahmte man die großen Monumente von Konſtantinopel nach; dort erhebt ſich wie bei Theotokos ein Exonarther, der den ganzen vordern Theil des Tempels umgibt und mit Säulen und Kuppeln geſchmückt iſt; die Schiffe, welche unter ſich durch ſtarke viereckige Pfeiler und Kolonnaden getheilt ſind, haben in der erſten Etage breite Tribunen, welche an die Gynäkoniten der Griechen erinnern; an ihrer Baſis mit vielen Fenſtern durchbrochene Kuppeln bedecken das Schiff, das Sanktuarium und die Querſchiffe; die ganze Dekorazion iſt wie bei der kaiſerlichen Kirche der heiligen Sophia mit koſtbarem Marmor und Moſaiken auf Goldgrund geſchmückt.

Die Nachahmung erzeugte in Venedig, Padua, in Ancona, den Lagunen u. ſ. w. kirchliche Gebäude, an welchen der orientaliſche Geiſt ſich mehr oder minder je nach den lokalen Behelfen oder nach dem Alter, in welchem dieſe Zwitterbauten entſtanden, ausgebildet iſt. Bei der Kirche des heil. Kyriakos z. B. iſt es noch das griechiſche Kreuz, das die innere Anordnung bildet; bei St. Anton zu Padua ruhen die Kuppeln, die an ihren Baſen wie die von Konſtantinopel und Venedig beleuchtet werden, auf großen Bogen, mit denen ſich die Spitzbogen, die ausgezackten Roſen und eine Menge von Details vermiſchen, die an die Gebäude des Nordens von Europa erinnern. Die Kuppeln von Piſa und Siena entſtanden unter byzantiniſchem Einfluß, ſtehen aber über Gebäuden, an denen ſich mit italieniſcher Läuterung der im Norden entſtandene romaniſche und der Spitzbogenſtil entwickeln. Auf dieſelbe Weiſe entſtanden diejenigen, welche in Frankreich, beſonders im Perigord, eine beſondere Klaſſe bilden, an der man den unbeſtreitbaren Einfluß der neugriechiſchen Architektur nicht zu verkennen vermag.

Das ſüdliche Italien und Sicilien, welche lange Zeit unter dem politiſchen Einfluß der orientaliſchen Kaiſer blieben, und wo ſich griechiſche Sprache und Gebräuche bis zur Epoche der normänniſchen Macht erhielten, ſah kirchliche Gebäude im byzantiniſchen Stil erſtehen; ſie waren aber vorzugsweiſe nach den beſchränkten Dispoſizionen der untergeordnetern Gebäude des chriſtlichen Griechenlands als nach den größern Vorbildern angelegt, welche wir ſo eben bezeichnet haben; die ſchon erwähnten Kirchen der Kapuziner und Martorana zu Palermo zeigen lange Schiffe und deuten dadurch an, daß der lateiniſche Geiſt ſich mit dem des Orients verband. Das letztere dieſer beiden Gebäude hat noch mehr als das erſtere die byzantiniſche Phyſiognomie; ſeine von vier Säulen getragene Kuppel ruht auf einem cylindriſchen Tambour; die Pendentifs ſind in demſelben Stil ausgeführt wie die in Fig. 121 und 122. Die Moſaiken auf goldenem Grunde ſtellen heilige, durch griechiſche Inſchriften erklärten Gegenſtände dar; ſie bedecken alle Gewölbe und einige Theile der Wände, deren Dekorazion durch koſtbare Marmorarten vervollſtändigt iſt. Der Fußboden iſt aus Verſchlingungen von rothem und grünen Porphyr gebildet. Alle Dekorazionsdetails erinnern an diejenigen, von denen der Reiſende Clavijo in ſeinen Beſchreibungen der Kirchen von Konſtantinopel ſpricht. Die Baſilika des Kloſters Monreale bei Palermo zeigt ebenfalls wie die vorige die Verbindung der lateiniſchen und griechiſchen Formen ſowohl in ihrem Grundriß und ihrer Dekorazion als auch in den Details der Thüren u. ſ. w. Wie bei Martorana erſcheint hier der Spitzbogen und ſpricht die Invaſion der nordiſchen Architektur in die ſüdlichen Gegenden von Europa aus.

Die byzantiniſche Skulptur im Abendlande. — Die im griechiſchen Kaiſerthume adoptirte Ornamentenſkulptur mußte nothwendig mit der byzantiniſchen Architektur auf das abendländiſche Chriſtenthum übergehen. Schon vor der Regierung des Juſtinian ſieht man einige Elemente dieſer Kunſt mit den antiken, von den Lateinern nachgeahmten Formen ſich vermiſchen; ſo ſind die Pilaſter über den Kapitälen

Digitized by Google

der Gynäkonitен in der Basilika St. Lorenzo außer den Mauern Roms mit griechischen Kreuzen verziert. Diejenigen, welche man über der ionischen Ordnung bemerkt, womit die äußern Theile der Kirche St. Stefano Rotundo in derselben Stadt noch dekorirt sind, zeigen ähnliche Charaktere. Als unter der Regierung des Justinian der Bischof Euphrasius zu Parenzo in Istrien die schöne und merkwürdige Basilika, die jetzige Kathedrale dieser Stadt, erbaute, waren die Kapitäle nach neugriechischen Formen gebildet (Fig. 183). In der Kirche St. Vital in Ravenna, durch welche die orientalische Kunst in Italien in ihrer ganzen Integrität eingeführt wurde, mußte die Ornamentenskulptur denselben Weg einschlagen, und wurde auch in der That eine identische Reprodukzion derjenigen, welche man an den Kirchen St. Sophia, Theotokos und an andern Kirchen Konstantinopels bemerkt; man folgte derselben Kunst bei allen Architekturdetail[4] der Basilika von St. Markus zu Venedig und der Kirche Santa-Fosca in den Lagunen. Die von diesen Vorbildern geleiteten Mönche des Abendlandes ließen das vorspringende und schwierig auszuführende Laubwerk fort, das sie bis dahin den antiken Kapitälen nachgeahmt hatten, und gaben ihnen die plumpen, vom Orient ihnen überlieferten Formen. Das Vereinfachungssystem des Kapitäls faßte nicht bloß Wurzel in den südlichen Ländern Europas, sondern es verbreitete sich auch über Frankreich, Deutschland und England, und allgemein wurde es im 11. und 12. Jahrhundert.

Da das Abendland wie Byzanz das ionische Kapitäl nachzuahmen suchte, so bekrönte man es mit schweren abgeschrägten Gliedern, wovon wir ein merkwürdiges Beispiel in St. Markus zu Venedig sehen.

Was so eben in Betreff der einfachen oder mit Laubwerk ohne Vorsprung geschmückten Kapitäle gesagt wurde, fand auch bei denjenigen statt, welche menschliche oder allegorische Figuren hatten. An den seltenen Gebäuden der Sassaniden, die man in Persien antrifft, bemerkt man Kapitäle (Fig. 124), die mit menschlichen Figuren und genau so ausgeführt sind, wie man sie im Abendlande vom 9. bis 12. Jahrhundert findet. Diese asiatischen Vorbilder waren bei den Byzantinern nachgeahmt worden, wie der Reisende Clavijo in seiner Beschreibung der Kirche zur heil. Maria von Blacharne zu Konstantinopel sagt: „Alle drei Schiffe wurden übrigens auf dieselbe Weise getragen, nämlich von Säulen aus Jaspis, und besagte Basen und Kapitäle waren mit Figuren und aller Art von Ornamenten bearbeitet." Die Unterscheidung, welche der Reisende zwischen Figuren und Ornamente macht, ist sehr deutlich. Als der Bischof Euphrasius die Basilika von Parenzo in Istrien erbaute, führte man unter seiner Anleitung mit Adlern und Laubwerk geschmückte Kapitäle von byzantinischer Form aus (Fig. 183). Die Kapitäle der byzantinischen Epoche, welche man bei verschiedenen von den Lombarden in Italien errichteten Gebäuden und in Manuskripten derselben Periode sieht, wurden mit menschlichen Figuren oder mit Thieren verziert, was bekanntlich auch in Frankreich, Deutschland und England im 11. Jahrhundert allgemein wurde. Das Element dieser Dekorazionsmethode ist demnach wie das so eben besprochene Vereinfachungssystem der Formen orientalisch.

Der byzantinische Einfluß beschränkte sich im Abendlande nicht bloß auf die Nachahmung der Kapitäle, sondern auch auf andere wichtige Theile der Gebäude. Die Bekrönungsglieder wurden vereinfacht, indem man wie in Griechenland die eleganten Profile der antiken Kunst nicht mehr beachtete und sie durch plumpe Abschrägungen ersetzte, denen nachgebildet, die man in den konstantinopolitanischen Kirchen von Theotokos und St. Theodosia, den athenienſischen Kirchen und an St. Vital in Ravenna bemerkt. Die barbarische Ornamentik des Nordens verzierte diese Glieder auf ihre Art; die südlichen Länder behielten dabei noch einige Reminiscenzen einer monumentalen Skulptur des guten Stiles bei.

Unsere Ornamentisten standen nicht weniger als unsere geistlichen oder weltlichen Architekten unter der Macht dieser orientalischen Weise; weit entfernt davon, die anmuthigen und abgerundeten Konturen des Akanthos und des Wasserlaubes wieder zu geben, was die griechischen und römischen Künstler so gut verstanden, erzeugte ihr Meißel nur scharfe und eckige Formen; eine Wirkung, welche sich von den ersten byzantinischen Jahrhunderten an ohne Zweifel durch die ungeschickte Kopie gewisser antiker Vorbilder erzeugte, wurde bei uns das hauptsächlichste Resultat der dekorativen Skulptur. Was die vielen Kompositionen von Ornamenten betrifft, welche unsere kirchlichen Gebäude bis zum Anfang des 13. Jahrhunderts schmückten, so waren sie manchmal den Stickereien und den Goldarbeiten, die von

Digitized by Google

Konſtantinopel eingeführt wurden, nachgeahmt, doch herrſchten die Schöpfungen des Landes vor, und es iſt nur ein Mißbrauch des Namens, der ſich auf die wenigen Begriffe ſtützt, welche wir von der griechiſchen Baukunſt haben, daß man alle jene Skulpturdetails, die alle von nordländiſchen Künſtlern entworfen wurden, „byzantiniſch" genannt hat. —

Die vielen meiſtens unedirten Zeichnungen, welche die vorſtehende Abhandlung begleiten, führen uns auf die Bemerkung, daß die chriſtliche Architektur des Orients, von den ſinnreichſten und mannigfaltigſten Kompoſizionen der Grundriſſe, Faßaden und innern Einrichtungen an, bis zu den geringſten Dekorazionsdetails eine vollſtändige Syntheſe bilden. Eine in allen ihren Theilen ſo originelle Kunſt muß in der Geſchichte der Kunſt einen bedeutenden Platz einnehmen; viel fruchtbarer als der lateiniſche Stil, welcher wenig erfand, bildet ſie den zweiten Schritt auf der Stufenleiter, auf welcher die Künſtler des Chriſtenthums emporſtiegen.

L. V.

Strombauten zur Verbeſſerung der Schifffahrt auf der Marne.

(Mit Zeichnungen auf Blatt **155—163** und auf Seite 409.)

Unter den Werken, welche in neueſter Zeit zur Verbeſſerung der Schifffahrt auf der Marne in dieſem Fluſſe errichtet wurden, zeichnen ſich die Wehre Cumieres und Dammery nebſt den dazu gehörigen Anlagen beſonders aus, weßhalb wir hier eine Darſtellung und Beſchreibung derſelben unternehmen.

I. Das Wehr bei Cumieres.

Die in der Nähe von Cumieres ausgeführten Kunſtbauten umfaſſen ein ſelbſt bewegliches Nadelwehr mit einem Durchlaß, einen Durchſtich mit einer Schleuſe, eine Brücke über die Schleuſe, eine Brücke über den Durchſtich, eine Wohnung für den Schleuſenwärter und eine Wohnung für den Wehrwächter.

Das bewegliche Nadelwehr mit einem Durchlaſſe.

Das Wehr bei Cumieres liegt in einer leichten Krümmung des Fluſſes (Fig. 1 Seite 409), hat einen Fall von 0^m80 und iſt ganz beweglich. Ein 2^m0 breiter Pfeiler theilt das Flußprofil in zwei Oeffnungen, deren größere, an das rechte Ufer ſich lehnend, 38^m0 lang und durch ein Nadelwehr geſperrt wird, während die kleinere, an das linke Ufer ſtoßend, den zum Abführen der Hochwaſſer beſtimmten Durchlaß bildet und eine zu dieſem Zwecke genügende Oeffnung von 12^m0 beſitzt. Um dieſe raſch öffnen zu können, hat man ein Syſtem von beweglichen Fallthüren angebracht, welche durch das ſteigende Oberwaſſer ſelbſt umgelegt werden können.

Das Wehr von 38^m00 Länge (Blatt **155** Fig. 1). — Die Sohle des von dem rechten Ufer und dem Pfeiler eingeſchloſſenen Wehres ruht auf einer 1^m20 hohen Betonſchichte, welche rings von Spundwänden eingeſchloſſen iſt, die in einer Höhe von 0^m50 unter dem niedrigſten Waſſer abgeſchnitten ſind. Vier aus Hauſtein gebildete und ſenkrecht auf den Stromſtrich gerichtete Streifen theilen die Sohle in 3 Felder, welche mit zugerichteten Bruchſteinen ausgefüllt ſind. Der erſte dieſer Streifen befindet ſich flußaufwärts, der letzte flußabwärts, und die zwei andern bilden die zur Aufnahme des Rahmens der Wehrrippen beſtimmte Vertiefung. Dieſer aus 2 Grund- und den eingefügten Querſchwellen gebildete Rahmen wird durch Keile in der erwähnten Vertiefung feſtgehalten, und dient zur Aufnahme der gußeiſernen Lager, in welchen ſich die viereckigen, 0^m04 zur Seite habenden Wehrrippen um eine horizontale Achſe bewegen können. Letzte ſind 2^m00 hoch, durch eine Diagonalſtrebe verſtärkt und mit Ausrückungen mit excentriſcher Scheibe nach dem Syſtem von Herrn Chanoine*) verſehen. Die Nadeln ſind aus Fichtenholz, 2^m48 lang und ſtemmen ſich mit dem unteren Ende gegen eine gußeiſerne, mit entſprechenden Vertiefungen verſehene, in die Grundſchwelle des Rahmens eingelaſſene Leiſte, während ihr oberes Ende an der ſchmiedeiſernen Verbindungsſtange der Wehrrippen eine Stütze findet. Ein Seil, welches durch die am Handgriffe der Nadeln befindlichen Ringe gezogen iſt, vereinigt ſie alle und verhindert dieſelben nach den durch das Drehen der

*) Vergl. Allg. Bauzeitung 1844, S. 154.

Digitized by Google

excentrischen Scheibe bewirkten Ausrückungen und theilweisen Entfernung des Wehres von dem Flusse fortgeführt zu werden.

Der Durchlaß von 12m00 Länge wird durch ein selbstbewegliches Wehr geschlossen. Herr Chanoine, Ingenieur und Chef der Brücken und Straßen, hat zuerst ein solches Wehr bei Conebeton gebaut, welches einer glücklichen Verbindung der beiden bekannten Systeme von Herrn Poiree und Thenard seine Entstehung verdankt und durch das steigende Oberwasser selbst geregelt wird, d. h. theilweise oder ganz entfernt werden kann.

Bekanntlich besteht das Thenard'sche Wehr aus einem festen und beweglichen Theile. Ersterer, aus Mauerwerk aufgeführt, trägt auf seiner Krone den letztern, welcher aus einer Reihe von je 2 senkrecht auf die Richtung des Flusses gestellten, um ihre untere Kante beweglichen Fallthüren gebildet wird. Die den Aufstau bewirkende Fallthür (Fig. 2 Seite 409) ist k und wird in ihrer Stellung durch eine Strebe erhalten, welche sich gegen eine gußeiserne, in das Mauerwerk eingelassene Platte stemmt. Um die Fallthür niederzulegen, bedient man sich einer der Länge nach auf dem Mauerwerk fortlaufenden, am Ende gezahnten schmiedeisernen Stange s, welche so viele Ansätze hat, als Streben sind, so daß, wenn diese Stange eine wagrechte Bewegung erhält, diese Ansätze nacheinander an die Streben der Fallthüren stoßen, die Streben ausrücken und die Thür zum Niederfallen bringen. Die Ansätze sind in solchen Entfernungen angebracht, daß nicht alle Fallthüren zugleich, sondern eine nach der andern umgelegt wird. Die horizontale Bewegung wird der am Ende gezahnten Stange durch ein im Widerlager befindliches mittelst einer Kurbel bewegtes Zahnrad mitgetheilt.

Um den Stau zu bewirken, hat man demnach bei dem Aufrichten der Fallthür k, eine Arbeit, die nur mit einem Aufwande von außerordentlicher Kraftanstrengung zu vollführen ist, da man den ganzen Druck des auf die allmählig sich erhebende Wand der Fallthür stürzenden Wassers zu überwinden hat. Um diesen Druck aufzuheben, hat Thenard eine Gegenfallthür angebracht, welche durch den auf ihre untere Seite geübten Druck des Wassers aufgehoben und in ihrer senkrechten Stellung durch eine Kette festgehalten wird. Es ist nun leicht, die den eigentlichen Stau bewirkende Fallthür aufzuheben.

Dieses ist in Kürze das Princip des Thenard'schen Systems, dessen Hauptvorzug in der raschen Umlegung der Fallthüren und dessen Unzukömmlichkeiten in der flußaufwärts gerichteten Gegenfallthür besteht, deren Theile, dem Stoße des vom Wasser mitgeführten Gerölles und Kieses ausgesetzt, leicht beschädigt werden können. so wie ferner das rasche Aufschnellen der Gegenfallthür das ganze Wehr Erschütterungen aussetzt und daher Ausbesserungen nöthig macht, die unter Wasser schwer auszuführen sind. Endlich ist hier noch der unbequemen Stellung des mit dem Aufrichten der Fallthüren betrauten Wächters Erwähnung zu thun, der, wie bekannt, auf das Mauerwerk des Wehres steigt, von hier jede der Fallthüren aufhebt und ihre Streben gegen ihre Stützplatten stellt.

Herr Chanoine suchte diesen Uebelständen dadurch zu begegnen, daß er, die Fallthür beibehaltend, deren Aufrichtung von einer Hülfsbrücke bewerkstelligt, welche von Wehrrippen gebildet wird, deren angelegte Nadeln zugleich den Dienst der weggelassenen Gegenfallthür des Thenard'schen Systems ersetzen, d. h. den Druck des anströmenden Wassers auf die aufzurichtenden Fallthüren aufheben.

Um dieses so gebildete Wehr selbst beweglich zu machen, d. h. es durch das steigende Wasser selbst ohne Hülfe des Wehrwächters umlegen zu lassen, hat Herr Chanoine in dem Widerlager ein Poncelet'sches Schaufelrad angebracht, welches von dem in einem Kanal zugeführten Oberwasser in Bewegung gesetzt wird, sobald dieses bis auf eine gewisse Höhe gestiegen ist.

Sollen die auf der Sohle ruhenden Thüren aufgerichtet werden, so heben zuerst 2 Wehrwächter die Rippen auf, legen darüber die Dienstbrücke und setzen die Nadeln ein, um den Druck des fließenden Wassers aufzufangen, der sich dem Aufrichten der Fallthüren widersetzen würde. Ist dieses geschehen, so erfaßt der Wächter von der Brücke aus mittelst einer am Ende eines hölzernen Stabes befestigten Gabel eine Thür und zieht sie gegen sich mit Hülfe einer kleinen tragbaren Winde, während sein Gefährte in einem kleinen Nachen flußabwärts ihm zu Hülfe kömmt und die Streben einer jeden sich in die Höhe richtenden Thür in die Stützplatten einsetzt. So erhebt sich rasch eine Thür nach der andern.

Das durch die aufgerichteten Thüren gestaute Oberwasser übt nun keinen Druck mehr auf die Nadeln

Digitized by Google

aus, welche frei herumſchwimmen und von den im Kahne befindlichen Wächter leicht geſammelt werden können. Will man ſich weiter der Laufbrücke bedienen, ſo läßt man das Wehr in erwähntem Zuſtande; im entgegengeſetzten Falle legt man die Rippen um und die Fallthüren bleiben allein ſtehen, den Dienſt des Wehres verrichtend. Iſt kein Hochwaſſer zu befürchten, ſo ſchließt der Wächter den Zuleitungskanal des Oberwaſſers, und das Wehr kann Monate lang ſtehen bleiben; wenn aber eine Ueberſchwemmung zu befürchten iſt, ſo öffnet man den Kanal. Das Waſſer dringt in denſelben, ſobald es ſich über die Fläche des Oberwaſſers erhoben hat, wirkt auf das Rad, ſetzt daſſelbe in Bewegung und dieſes die Ausrückungsſtange, deren Anſätze eine, zwei, drei u. ſ. w. Fallthüren umlegen. Das Eingreifen der Verzahnung iſt derart eingerichtet, daß das Umlegen der Thüren eingeſtellt wird, ſobald das Waſſer nicht mehr in den Kanal tritt, und daß das Spiel wieder beginnt, wenn es neuerdings Zutritt findet.

Will der Wehrwächter ſelbſt das Umlegen der Thüren bewirken, ſo trennt er mittelſt eines Hebels zwei ineinander greifende Räder der Verzahnung und wirkt mit demſelben Hebel auf die Achſe des Triebrades, welches in die gezahnte Stange eingreift. Will der Wächter endlich das Wehr wieder aufrichten, ſo ſchiebt er die Ausrückungsſtange in ihre urſprüngliche Lage zurück, hebt die Wehrrippen auf, legt die Dienſtbrücke darüber, ſetzt die Nadeln ein, und richtet die Thüren auf, genau nach dem oben beſchriebenen Verfahren.

Nachdem im Vorhergehenden die Beſchaffenheit und die Wirkungsart des Chanoine'ſchen Syſtems der ſelbſtbeweglichen Wehre im Allgemeinen mitgetheilt worden, gehen wir zu dem genau nach demſelben Principe ausgeführten Wehre bei Cumieres über, um eine genaue und ſpecielle Beſchreibung des Wehres und des Durchlaſſes folgen zu laſſen. Blatt **155** Fig. 2 zeigt die Anſicht des linken Widerlagers und einen Querſchnitt durch die Sohle des Durchlaſſes, welche von zwei 9^m50 voneinander abſtehenden Spundwänden eingeſchloſſen iſt, die zur Aufnahme des die Fundirung bildenden Betons dienen, deſſen geringſte Mächtigkeit 1^m20 beträgt. Die Sohle hat eine vom Oberzum Unterwaſſer gehende Steigung von $^1/_{10}$ und beſitzt nur in der Mitte eine wagrechte Vertiefung zur Aufnahme des hölzernen Rahmens, an welchen die ſchmiedeiſernen Wehrrippen der 2^m10 über die Sohle ſich erhebenden Dienſtbrücke befeſtigt ſind. Fünf von Hauſtein gebildete Streifen theilen die Sohle in 4 Felder (Fig. 1), welche mit zugerichteten Bruchſteinen ausgefüllt ſind. Die erſte Reihe iſt dem Oberwaſſer zugekehrt, die 2 nächſten faſſen die Vertiefung ein, in welcher der Rahmen mittelſt Keilen feſtgehalten wird; in die 3. Reihe ſind die Stützplatten der Streben eingelaſſen, und die 4. Reihe ſchließt die Sohle flußabwärts in einer Entfernung von 0^m50 von der hier befindlichen Spundwand. Die Fallthüren (Fig. 4), deren Zahl ſich auf 10 belauft, ſind 1^m91 hoch, 1^m20 breit und aus 3 parallel laufenden $^{10}/_{14}$ Centimeter ſtarken Eichenbalken gebildet, auf welche 0^m04 dicke ebenfalls eichene Bohlen geſchraubt ſind. An dem obern Ende der 3 Balken iſt ein eiſerner Griff angeſchraubt, in welchen die zum Aufheben der Thür gebrauchte Gabel eingehängt wird; die an dem obern Ende der zwei äußeren Balken befeſtigten Sättel dienen der niedergelegten Thür als Stützpunkte, während zwei an ihr unteres Ende geſchraubte Charnierbänder dieſelbe an die flußabwärts gerichtete Grundſchwelle des Rahmens der Wehrrippen befeſtigen. Der mittlere Balken trägt das Gelenk der der aufgeſtellten Thür zur Stütze dienenden Strebe, deren Länge 2^m35 iſt, und deren Querſchnitt von 3,5 bis 6 Cent. reicht. Das Ende der Streben ſtemmt ſich gegen einen kleinen Vorſprung einer in der Sohle befeſtigten Stützplatte. Dieſe Platte iſt 0^m75 lang, 0^m26 an dem flußaufwärtigen, und 0^m40 an dem flußabwärtigen Ende breit. Zwei 0^m01 hohe und eben ſo breite Ränder faſſen die Platte rechts und links ein, und bilden zwiſchen ſich eine ſchiefe Ebene zum Abgleiten der durch die Ausrückungsſtange fortgeſchobenen Strebe.

Dieſe Stange iſt 5 Centim. breit, 2^m50 hoch und bewegt ſich auf kleinen Trägern, deren ſenkrechte an der Berührungsfläche abgerundete Arme der zwiſchen ihnen gleitenden Stange zur Leitung dienen. Eine gezahnte Stange iſt an dem Ende derſelben befeſtiget und erhält auf gleiche Weiſe ihre Leitung durch zwei kleine Träger. Die flußabwärts gerichteten Anſätze der Stange ſtehen gleichweit voneinander ab, jedoch iſt die je 2 derſelben trennende Entfernung von 1^m125 um 0^m075 geringer als die von 1^m20, welche je 2 Streben voneinander trennt. Aus dieſer Anordnung folgt, daß wenn eine Thür umgelegt wird, der Anſatz, welcher an die Strebe der nächſten Thür ſtoßen ſoll, von derſelben

Digitized by Google

noch 0^m075 entfernt ist, daß daher nicht alle Thüren zugleich, sondern eine nach der andern umgelegt werden kann. Der erste Ansatz der Thür berührt beinahe die Strebe der dem Pfeiler zunächst liegenden Thür. Die Längenbewegung dieser Stange, durch welche man das Umfallen der Thür bewerkstelligt, wird durch folgende Vorrichtung hervorgebracht.

In dem linken Widerlager befindet sich ein Kanal, dessen Sohle ungefähr 0^m10 über dem Spiegel des Oberwassers liegt und 2^m50 von der Flußmauer des Widerlagers absteht. Durch diesen Kanal stürzt das Oberwasser und bewegt ein aus Blech und Schmiedeisen gebautes Poncelet'sches Schaufelrad von 1^m60 Durchmesser und 0^m70 Breite (Fig. 3 und 4). Dieses Rad theilt seine Bewegung der Ausrückungsstange mittelst eines konischen Getriebes, eines großen und zwei kleineren Zahnräder mit. Die Durchmesser der zwei konischen Räder betragen 0^m15 und 0^m30, der des großen Rades 0^m50 und der der kleinen Räder 0^m12.

Die schmiedeisernen Achsen sind kreisförmig und haben 5—6 Centim. zum Durchmesser; die Achse des Schaufelrades ist wagrecht und wird von drei koncentrischen Halsbändern umschlossen; die des großen Rades ist senkrecht und dreht sich auf einem auf dem Boden des Durchlasses befestigten Zapfen.

Dieser an und für sich einfache Mechanismus wird etwas zusammengesetzter, will man ihn so einrichten, daß er vollkommen seinem Zwecke entspricht. Dazu muß er erlauben:

a) daß die Wirkung des Rades auf die Zahnstange aufgehoben und deren Bewegung durch den Wehrwächter bewerkstelligt werden kann;

b) daß das Rad in dem Augenblicke auf die Zahnstange zu wirken aufhört, als diese am Ende ihres Laufes angelangt ist, d. h. alle Thüren umgelegt sind.

Diese zwei Bedingungen erheischen für die Vorrichtung noch andere Theile, die übrigens auch einfach sind.

Die Achse des wagrechten Zahnrades des konischen Getriebes wirkt auf einen Hebel ab, welcher sich um eine in dem Mauerwerk befestigte Angel in einer senkrechten Ebene bewegen kann. Befindet sich der Hebel in der Lage ab, so greift das Rad ein, und wenn er in der Lage cd ist, so ist das Rad ausgelöst. Ein gegenüber der Angel angebrachter Vorsprung d hindert den Hebel unter die vorgeschriebene Grenze sich zu senken.

Will der Wehrwächter das Rad eingreifen machen, so bringt er den Hebel in die Lage ab, indem er die Stange ae nach aufwärts zieht und ihm diese Stellung durch den Halt f sichert. Will er im Gegentheil das Rad auslösen, so dreht er den Halt f, die Stange sinkt nach ec und der Hebel nimmt die Lage bc an. Nachdem die Auslösung geschehen, kann der Wächter mittelst eines kurbelartigen Schlüssels, welchen er auf den viereckigen Theil der Achse des großen konischen Rades steckt, den übrigen Theil des Systems unabhängig von dem Schaufelrade in Bewegung setzen und daher die Ausrückungsstange anziehen oder zurückschieben.

Noch bleibt übrig, die zweite der Bedingungen zu erfüllen, welche darin besteht, die Wirkung des Schaufelrades auf die an dem Ende ihres Weges angelegte Stange aufzuheben. Um diese Aufgabe zu lösen genügt es, den Halt f außer Thätigkeit zu setzen, wenn die Stange ihren Weg zurückgelegt hat, da alsdann der Hebel ab die Stellung bc einnimmt und das konische Getriebe ausgelöst ist.

Stellt man zu diesem Zwecke das Rad g derart, daß es die Bewegung eines Triebrades empfangen kann, welches auf die Achse des die Zahnstange bewegenden Rades gesteckt ist; macht man ferner die Durchmesser dieser zwei Triebräder gleich und gibt dem gezahnten Rade g einen Umfang, welcher dem von der Zahnstange zurückzulegenden Wege gleich ist; setzt man auf einen Arm des Rades g einen Stift h und in einer kleinen Entfernung von demselben eine senkrechte Stange, welche an ihrem unteren Ende den Halt f trägt, um dessen Bewegung es sich handelt, und einen andern, senkrecht auf letzten eingesetzten Halt i; setzt man endlich den Halt i hinter den Halt h und den Halt f in die Stellung, welche den Hebel in der Lage ab erhält; so ist Alles gethan, um die zweite der Bedingungen zu erfüllen.

Ist nämlich das Schaufelrad im Gange und die Räder greifen ein, so wird das Rad g durch sein Getriebe in Bewegung gesetzt und hat beinahe einen Umkreis beschrieben, wenn die Zahnstange nahezu ihren Weg zurückgelegt hat; der Halt i befindet sich jetzt vor dem Stifte h, welcher, auf selben drückend, ihn von sich stößt, folglich die Stange if drehen macht und den

Digitized by Google

Halt f ausrückt. Die Stange ea fällt folglich nach ec, der Hebel nimmt die Stellung bc ein, das koniſche Getriebe wird ausgelöſt und die Wirkung des Schaufelrades hört auf.

Damit die Hebel il und ae in dem Bereiche des Wächters ſich befinden, der ſie öfters mit der Hand in Bewegung ſetzen muß, iſt man genöthigt, unweit der Oberfläche des Widerlagers die Griffe dieſer Hebel anzubringen. Die Kammer, in welcher ſich die ganze Vorrichtung befindet, iſt gegen oben durch Bohlen gedeckt, deren über das Getriebe zu ſtehen kommender Theil durch Charnierbänder beweglich gemacht iſt, damit der Wächter leicht in die Kammer ſteigen und hier alle etwas feineren Theile des Syſtemes unterſuchen, reinigen und ſchmieren könne.

So gerechtes Lob der ſinnreichen Zuſammenſetzung der das bewegliche Wehr bildenden Theile gezollt werden muß, ſo bietet dieſes Syſtem doch Mängel und Uebelſtände, deren im weiteren Verlaufe dieſer Abhandlung (Wehr bei Dammery) Erwähnung gethan werden ſoll. Nichts deſtoweniger glaube ich, wird der Leſer nicht unzufrieden ſein, in den vorliegenden Zeilen ſich mit der genauen Einrichtung des intereſſanten Syſtemes der ſelbſt-beweglichen Wehre vertraut gemacht zu haben, und ich kann daher denſelben einladen, den Arbeiten zu folgen, welche den Bau des Wehres zum Gegenſtande haben, deren wichtigſte unſtreitig ſeine Fundirung iſt.

Dieſe muß mit der größten Sorgfalt ausgeführt werden. Das allgemein hierbei angewendete Verfahren beſteht in dem Schlagen von dichten Spundwänden zur Aufnahme des Betons, welcher die Sohle und das Fundament der Widerlager zu bilden hat, auf und mit welchen man die Fangdämme errichtet, die man benöthigt, um die Maurerarbeiten der Sohle und der Widerlager im Trocknen ausführen zu können; eine Aufgabe, deren Löſung je nach den obwaltenden Umſtänden leichter oder ſchwieriger iſt.

Bei der Fundirung dieſes Wehres iſt man auf große Schwierigkeiten geſtoßen. Die große Oeffnung, welche, wie ſchon erwähnt, an der konkaven Seite einer Krümmung der Marne ſich befindet, wurde für die Schifffahrt beſtimmt, für den Fall, als ſie nicht den Weg durch den Durchſtich nehmen konnte. Zu dieſem Zwecke mußte man eine hinreichende Anzahl von Wehrrippen umlegen, um die zum Durchpaſſiren der Schiffe nöthige Oeffnung zu bilden. Man hatte ſich entſchieden, auf der Seite, nach welcher die Schiffe durch die natürliche Strömung des Fluſſes getrieben wurden, denſelben eine Oeffnung zu laſſen, ſo lange, bis man ſelbe zeitweilig den Durchlaß paſſiren laſſen konnte. Man ſchlug daher 2 Spundwände, eine flußauf- die andere flußabwärts, welche das linke Widerlager, den Pfeiler und eine Länge von ungefähr 25m0 der großen Oeffnung einſchloſſen, und ließ eine Lücke von 10—12m0 Weite für die Schiffe frei. Die 1m50 voneinander abſtehenden Pfähle der Spundwand waren flußabwärts 6m 10 und flußaufwärts 5m0 lang; die erſten drangen 4m0—4m5 ein und ſtaken mit 1m50 in der Kreide, während die letzten, nur 3m00—3m50 in die Erde dringend, in dem die Kreide bedeckenden Kieſe Fuß faßten. Nachdem die Pfähle eingetrieben, fügte man in die Zwiſchenräume derſelben mit Nuth und Feder verſehene Spundplanken, welche 1m0 weniger tief eingetrieben wurden als die Pfähle, und verſtärkte die ſo gebildete Wand in wagrechter Richtung durch an ihren Köpfen angeſchraubte Zangenhölzer. Endlich wurden die Spundwände mittelſt eiſerner Zugbänder verbunden, deren Enden von Schraubenmuttern gehalten wurden, welche gegen, an der äußern Seite der Spundwand befindlichen Längenbalken angezogen werden konnten.

Das Innere der auf dieſe Weiſe gebildeten Einfaſſung baggerte man nun auf eine Tiefe von 1m60 aus und ſchützte die äußere Seite der Spundwand durch eine Steinſchüttung; hierauf goß man eine allgemeine Lage Beton mittelſt großer Kaſten, welche man mit Hülfe einer Winde auf- und abbewegte. Nachdem der Beton ganz wenig erhärtet war, errichtete man rings um die Baugrube einen Fangdamm, indem man eine zweite Wand aus in den Beton geſteckten Brettern (Fig. 3 Seite 409) bildete, welche durch Zangenhölzer z feſtgehalten wurden, die mit Nägeln auf dem Querholz eines Bockes befeſtigt waren, deſſen äußeren Fuß die Spundwand und deſſen inneren ein ſchief in den Beton getriebener Pfahl bildete. Der zwiſchen dieſe zwei Wände gegoſſene und bald erhärtete Beton bildete einen ſehr dichten Fangdamm, wegen deſſen Konſtruktion, wie kaum zu erwähnen nöthig iſt, die Spundwände zeitweilig in einer größeren Höhe belaſſen werden müſſen als zum Einſchluſſe des Fundamentes erforderlich iſt. Iſt der Fangdamm nicht mehr nöthig, ſo wird er abgebrochen und die Spundwand in einer

Digitized by Google

entsprechenden Tiefe unter dem Niederwasser abgeschnitten.

Der von dem Fangdamme eingeschlossene Raum sollte nun ausgeschöpft werden, und um die Kosten der Ausschöpfung zu vermindern, theilte man die Einfassung durch kleinere Scheidewände oder Fangdämme aus gut gearbeiteter Thonerde ab, und schöpfte aus jedem dieser Räume das Wasser aus. Das Wasser, welches durch den Beton drang, wurde in unweit der Spundwand entfernten Rinnen aufgefangen und in den Raum geleitet, aus welchem eben das Wasser ausgepumpt wurde. Mittelst dieses Verfahrens konnte man das linke Widerlager der Pfeiler und die Sohle der großen Oeffnung bis auf eine Länge von ungefähr 16m0 herstellen; man ließ ferner vorspringende Theile, um später den vollendeten Theil leichter mit dem noch zu beendigenden verbinden zu können.

Nachdem diese Arbeiten beendigt waren, ging man daran, die den Schiffen zum Durchfahren gelassene Lücke von 12m0 zu schließen. Obgleich man einen Theil des nunmehr entbehrlichen Fangdammes entfernt hatte, um dem Flusse soviel als möglich sein ursprüngliches Profil wieder zu geben, so gaben doch die natürliche Richtung der Strömung gegen das konkave Ufer und die fortschreitende Verengung dieses Theiles des Profiles dem Wasser eine große Heftigkeit. Ueberdies hatte sich während der durch die erste Einfassung verursachten Verstopfung dieser Theil des Bettes bedeutend ausgehöhlt, so daß das Wasser hier eine Tiefe von 7—8m0 besaß. Diese zwei Ursachen haben die Vollendung der bei der großen Oeffnung nöthigen Arbeiten sehr mühevoll gemacht. Man schlug zuerst 10—12m0 lange Pfähle in der gewöhnlichen Entfernung von 1m50 voneinander und begann dann das Eintreiben der Spunden, deren größter Theil von der mächtiger gewordenen Strömung entführt wurde. Um diesem Hindernisse zu begegnen, kämmte man zuerst die Zangenhölzer auf die Köpfe der Pfähle auf und zog die Zugbänder ein, deren Enden man an Längenhölzer mittelst Schrauben befestigte, die, parallel mit den Zangenhölzern laufend, in einer Entfernung von 2m0—2m50 von denselben sich befanden Auf diese Weise konnte man ungehindert die Spunden eintreiben, die nicht mehr Gefahr liefen, von dem Wasser entführt zu werden, da sie hinreichende Unterstützungspunkte in den Längen- und Zangenhölzern fanden. Um der so gebildeten Spundwand noch mehr Festigkeit zu geben, stützte man dieselbe flußabwärts mittelst Spreizen an eingetriebene Pfähle, und dasselbe that man auch flußaufwärts.

Auf diese Weise war es möglich eine Einfassung zu bilden, welche man mit dem Ende der vom linken Widerlager ausgehenden verbinden konnte; man errichtete nun auf die früher erwähnte Weise den Fangdamm — diesmal bloß aus gut gekneteter Thonerde — goß hierauf den Beton und vollendete die Arbeit wie bei der ersten Einfassung, ohne auf andere Schwierigkeiten zu stoßen als die durch Durchsickerung entstandenen, denen man auf dieselbe Weise wie früher zu begegnen wußte.

Der Durchstich mit einer Schleuse an dessen Ende.

Der Durchstich hat eine Breite von 13m0, eine Tiefe von 4m0, 1½ metrige Böschungen und besteht aus einer einzigen geraden 850m langen Strecke, welche eine Krümmung der Marne von 1000m abschneidet. Abgerundete, 1½ metrige und gepflasterte Böschungen verbinden auf das innigste die Uferwände des Durchstiches mit denen des Flusses.

Um die Größe der Erdarbeit zu vermindern, legte man die Schleuse an das flußabwärts gelegene Ende des Durchstiches. Die Schleuse besteht aus zwei gemauerten mit Stemmthoren versehenen Häuptern, welche durch eine Kammer getrennt werden, deren Boden und die einen Winkel von 45° geneigten Böschungen gepflastert sind. Die Mauern der Häupter sind auf einer mächtigen Betonschichte fundirt, welche von einer dichten Spundwand eingerahmt wird, die genau den von den Häuptern eingenommenen und zwischen denselben befindlichen Raum einschließend, sich 0m80 über den Niederwasserstand erhebt, um die Aufführung des zur Herstellung des Mauerwerkes nöthigen Fangdammes möglich zu machen. Um die Spundwand leichter eintreiben zu können und zugleich dem unter der Sohle in die Kammer dringenden Oberwasser ein Hinderniß entgegenzusetzen, hob man flußauf- und abwärts zwei 0m60 tiefe Streifen Erde aus, in welche man dann Pfähle und Spunden einrammte, die von außen durch eine Steinschüttung geschützt wurden und in deren Inneres man den Beton goß. Nachdem die allgemeine Lage auf die bestimmte Höhe geschüttet war, bildete man den Fang-

Digitized by Google

damm (Fig. 4 S. 409), deſſen äußere Wand die Spundwand und deſſen innere kleinere Pfähle p bildeten, die in den noch weichen, eben gegoſſenen Beton geſteckt und von Zangenhölzern z gehalten wurden, welche in dem mit dem Erdreich verankerten Querbalken q eingelaſſen oder durch Nägel befeſtigt ſind. Zur Zeit des Hochwaſſers konnte man dieſen Fangdamm, deſſen Krone, wie erwähnt, 0m80 über dem Niederwaſſer ſich befand, noch mittelſt eines aufgeſetzten Kranzes von gut verknetetem Thone erhöhen.

Das Verfahren, welches man gewöhnlich zur Fundirung der Mauer der Häupter einſchlägt, iſt daher folgendes:

Nachdem an der Stelle, welche die 2 Häupter einnehmen ſollen, die Baugrube gegraben, wird der zur Aufnahme des Betons beſtimmte Raum mit einer Spundwand umgeben, welche, um dem Seitendruck des Beton's widerſtehen zu können, mittelſt Querbalken mit dem Erdreich verankert wird. Iſt die Entfernung der 2 Häupter nicht zu groß und findet man hinreichend lange Balken, ſo genügen von einer Spundwand zur andern reichende und auf deren Zangen aufgekämmte Längenbalken vollkommen zu erwähntem Zwecke.

Nun gießt man den Beton mit der Beobachtung der hierbei nöthigen Vorſichtsmaßregeln ein, und nachdem derſelbe die beſtimmte Mächtigkeit erlangt hat, bildet man eine zweite mit der Spundwand parallel laufende Wand und füllt den hiedurch entſtandenen Raum mit Beton aus, der, in Kürze erhärtet, vollkommen den Dienſt eines Fangdammes verrichten kann. Der von dieſem eingeſchloſſene Raum wird nun durch Ausſchöpfen des in demſelben befindlichen Waſſers trocken gelegt, worauf mit dem Mauerwerk der Sohle und der Häupter begonnen wird.

Dieſes Verfahren bietet den Vortheil, daß der erhärtete Fangdamm ſelbſt einen Theil der Mauer bildet, daß man daher raſch dieſen auf die nöthige Stärke ergänzen und die Mauer in kurzer Zeit hinreichend erhöhen kann, um den Reſt, ungeſtört von dem vielleicht anwachſenden Waſſer, vollenden zu können. Nach Beendigung des Mauerwerkes wird der Theil des Fangdammes, welcher flußauf- und abwärts liegt, wie die Spundwand in der Höhe des Schleuſenbodens abgeſchnitten.

Die Böſchungen der 7m80 breiten und 50m langen Kammer ſind mit einem Steinpflaſter bekleidet, welches auf einer 0m90 dicken Betonlage ruht, unterſtützt an dem Fuße durch eine Steinſchüttung, welche zum Theil die Sohle der Kammer einnimmt, nachdem man deren Boden zuvor auf die nöthige Tiefe ausgebaggert hatte.

Man trug ferner Sorge, flußabwärts durch eine 1m00 mächtige und 20m lange Steinſchüttung den Schleuſenboden wie das Flußbett der Marne und deren Ufer durch eine 50m0 weit geführte Steinverkleidung gegen jeden Angriff von Seiten des Waſſers zu ſchützen.

Um die Verbindung der durch den Durchſtich getrennten Theile des Gebäudes herzuſtellen, hat man 2 Brücken erbaut, eine am Anfange des Durchſtiches und eine zweite an deſſen Ende, welche über die Schleuſe führt. Sprechen wir zuerſt von der letzten, welche der dritte von den in der Nähe von Cumieres ausgeführten Kunſtbauten iſt.

Brücke über die Schleuſe (Blatt 156).

Die Brücke verbindet die zwei Mauern des Unterhauptes der Schleuſe, welche ihr zugleich als Widerlager dienen und ſo weit gehoben werden, daß ſie die zum Durchfahren der vollgeladenen Schiffe nöthige Höhe bieten können. Aus letztem Umſtande iſt erſichtlich, daß es aus ökonomiſchen Rückſichten vorzuziehen iſt, die Brücke über das Unter- und nicht über das Oberhaupt der Schleuſe zu führen, weil der zu ergänzende Theil der zum Durchfahren der Schiffe nöthigen Höhe bei letztem um den Unterſchied des Ober- und Unterwaſſers größer ausfällt als bei dem Unterhaupt, mithin durch die Erhöhung des Widerlagers erkauft werden muß; ein Umſtand, der um ſo mehr zu berückſichtigen iſt, da, gewichtiger noch als die Koſten für die Erhöhung der Häupter, die Erdarbeiten in die Wagſchale fallen, die nothwendig werden, um die beiden Zugänge der Brücke durch ſanfte Steigungen mit der Straße in Verbindung zu ſetzen.

Die Brücke iſt aus Eiſenblech gebaut, hat eine Spannweite von 5m20 und eine Breite von 3m866, wovon 2m46 auf die Fahrbahn und 1m406 auf die zu beiden Seiten befindlichen Fußſtege entfallen.

Das Gerippe der Brücke (Fig. 2) wird durch zwei auf den Widerlagern ruhenden 3m76 voneinander abſtehende Längen- und fünf Querträger gebildet, welche erſtere nach einer auf dieſelben ſenkrechten Richtung verbindend,

Digitized by Google

Die Ameliorationsbauten an der Marne

Fig 1.

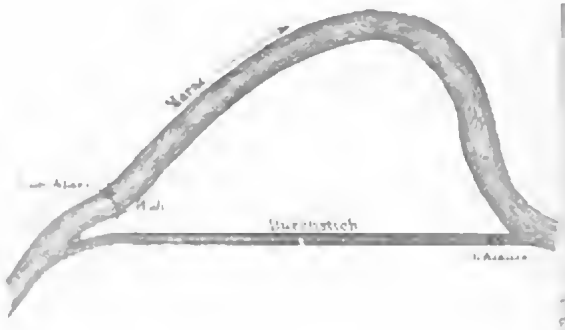


Fig 2

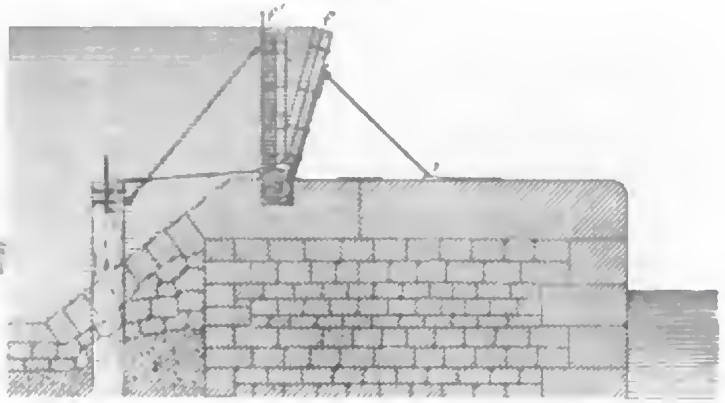


Fig 4

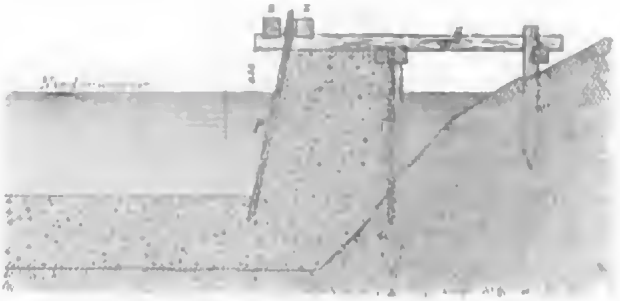


Fig 3.

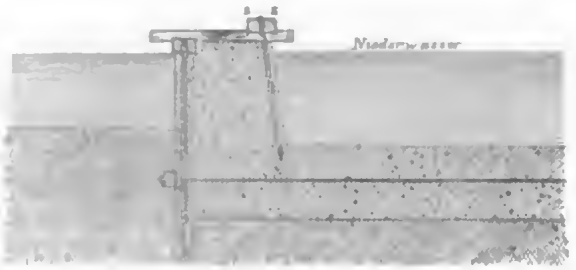


Fig 6.

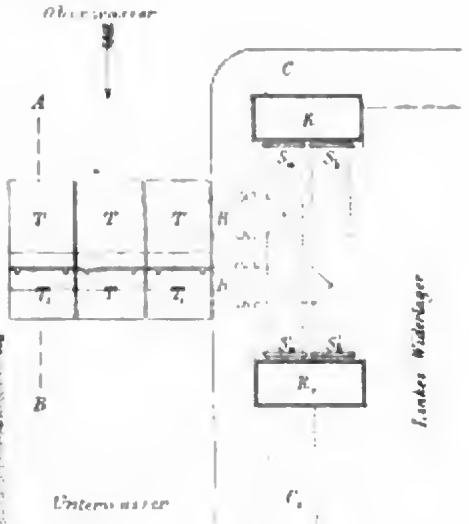
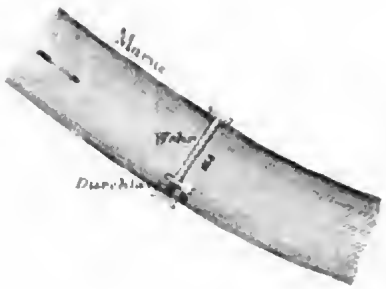
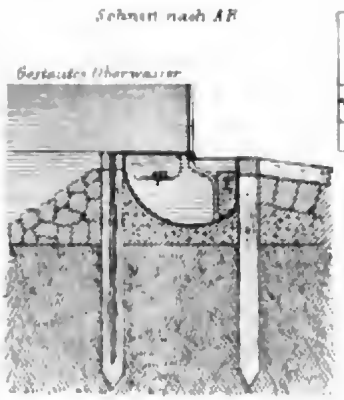


Fig 5





Allgem. [illegible]

Digitized by Google

durch eine Entfernung von 1m23 voneinander getrennt sind. Die Längen- und Querträger haben doppelt ⊤ förmigen Querschnitt und sind aus 0m01 starkem Eisenblech mittelst Nieten und Winkeleisen auf die gewöhnliche Weise zusammengesetzt, unterscheiden sich jedoch durch die Höhe, welche bei gleicher Breite von 0m20 für erstere 0m42 und für die Querträger nur 0m21 beträgt. Jedes Ende der Längenträger steckt in einem rechteckigen Schuh aus Gußeisen, welcher mit einer Vertiefung versehen ist, die das untere ⊤ des Längenträgers aufzunehmen hat, welches in derselben mit schmiedeisernen, mit großer Gewalt eingetriebenen Keilen festgehalten wird. Fig. 8, 9, 10 zeigen die Vorder-, die Hinteransicht und den Grundriß des gußeisernen Schuhes, so wie die Art der Befestigung desselben durch die schmiedeisernen Keile.

Die Querträger (Fig. 5 und 6) sind mittelst 0m06 zur Seite habenden Winkeleisen und Nieten mit den Längenträgern verbunden, und tragen auf dem obern ⊤ rechteckige $\frac{0{,}105}{0{,}235}$ starke, mit den Längenträgern parallel laufende Bohlen, welche mit Schraubenbolzen an dieselben befestigt den Belag bilden, auf welchen der die Fahrbahn bildende Schotter zu liegen kommt. Zwei 0m245 zur Höhe und 0m19 zur mittleren Breite habende Balken von trapezförmigem Querschnitte begrenzen die Fahrbahn rechts und links. Sie sind ebenfalls mit Schraubenbolzen an das obere ⊤ der Querträger befestigt. Die der Straße zugekehrte Seite derselben ist durch einen 0m03 starken in das Holz eingelassenen Eisenstreifen gegen die zu schnelle Abnützung der anstreifenden Räder der Wagen geschützt, während die von dem Fahrweg abgekehrte Seite einen Einschnitt zeigt, bestimmt, die 0m05 starken Bretter aufzunehmen, welche, mit dem einen Ende hier angenagelt und mit dem andern mittelst Schraubenbolzen an das obere ⊤ der Längenträger befestigt, den Fußsteig bilden, welcher um 0m05 höher liegt als die Mitte der Fahrbahn. Das Ende der Bretter springt um 0m05 über die Längentrager vor, um selbe etwas zu schützen, und ist 0m087 von der Achse des schmiedeisernen Geländers entfernt, welches von zwei wagrechten Längen- und mehreren durch Kreuze verbundenen senkrechten Stäben von rechteckigem Querschnitte gebildet wird. Die letztern befinden sich in denselben Abständen wie die Querträger und durchdringen die Bretter des Fußsteges mit ihrem in einen Schraubenbolzen endigenden Fuße, mittelst dessen sie an das obere ⊤ der Längenträger befestigt werden.

Die vorstehende Beschreibung wird durch die Figuren auf Blatt **156** leicht ersichtlich, die mit möglichster Umständlichkeit so viele Quer- und Längenschnitte, geführt in verschiedenen Höhen, bieten, daß der Sachkundige, ohne sich mit einer ermüdenden Beschreibung zu befassen, aus der Zeichnung selbst mit einem leichten Ueberblick das Wesentliche der Konstrukzion dieser Brücke erkennen wird, welche als Typus für alle im Marne-Departement zu erbauenden Blechbrücken gilt.

Wir führen hier noch eine zweite Brücke an, die als Typus für die im Marne- und Seine-Departement über Schleusen zu bauenden Brücken von kleineren Dimensionen dient. Dieselbe verdient wegen der Einfachheit ihrer Konstrukzion Beachtung und ist auf Blatt **157** durch mehrere Figuren dargestellt, welche deren Ansicht, den Grundriß und den Querschnitt zeigen. Die Anordnung ihrer Theile bietet eine große Analogie mit der eben ausführlich behandelten, und unterscheidet sich von derselben bloß dadurch, daß statt der Querträger aus Eisenblech der früher erwähnten Brücke Träger aus Eichenholz angebracht sind, welche auf entsprechende Weise mit den doppelt ⊤förmigen Längenträgern aus Eisenblech verbunden werden. Die Zulassung von hölzernen Querträgern erklärt sich einestheils durch die geringere Breite dieser Brücke, wie durch die Abwesenheit einer Schotterlage. Der Fahrweg wird ganz einfach durch einen Belag von Brettern gebildet, deren geringes Gewicht die Anwendung der hölzernen Querträger gestattet. Die dadurch erzielte Ersparniß wird jedoch durch die Kosten der Erhaltung des Brückenbelages, welcher dem Regen und dem Einflusse der Atmosphärilien ausgesetzt eine häufige Auswechslung verlangt, bedeutend geschmälert, so daß wohl blecheiserne Querbalken statt der hölzernen vorzuziehen sind.

Die Konstrukzion der beiden Brücken (Blatt **156** u. **157**) ist so ähnlich, daß ich mich bloß darauf beschränke, die wichtigsten Dimensionen anzugeben.

Die Brücke hat eine Oeffnung von 9m40 und eine Breite von 2m81, wovon 1m88 auf die Fahrbahn und je 0m465 auf jeden Fußsteg entfallen. Die doppelt ⊤ förmigen Längenträger stehen um 2m812 voneinander ab, sind aus 0m015 starkem Eisenblech gebildet,

Digitized by Google

0m20 breit und 0m50 hoch. Die Querträger sind $\frac{15}{21}$ Centim. stark und machen die Zahl von 9 aus, von denen die 2 äußeren auf den Häuptern der Schleuse ruhen und von den angrenzenden 0m71 entfernt sind, während die 6 folgenden um 1m33 voneinander abstehen. Auf diesen Querbalken ruhen parallel mit den Längenträgern die Bohlen, auf welche senkrecht der Bretterbelag genagelt ist, der die Fahrstraße bildet u. s. w., genau wie die Brücke auf Blatt **156**.

Was die Brücke über den Durchstich betrifft, so ist dieselbe eben so ausgeführt als die über den Durchstich bei dem folgenden Wehre von Dammery.

II. Das Wehr bei Dammery.

Die in der Nähe von Dammery ausgeführten Arbeiten umfassen: 1. ein Wehr mit einem Durchlaß; 2. einen Durchstich mit einer Schleuse; 3. zwei Brücken über den Durchstich, eine am Eingange, die andere in der Mitte; 4. ein Gerinne mit einem Reinigungsbecken, bestimmt die Wasser der 3 Gebirgsbäche abzuleiten, welche senkrecht auf den Durchstich einmünden; 5. zwei kleine Brücken, welche über das Gerinne führen; 6. eine Wohnung für den Wehrwächter; 7. eine Wohnung für den Schleusenwart.

Das Wehr mit einem Durchlasse. (Blatt **158**.)

Das Wehr von Dammery liegt in einer leichten Krümmung des Flusses, hat eine Stauhöhe von 1m69 und wird durch einen 2m50 breiten Pfeiler in zwei Theile geschieden, nämlich in den Durchlaß, welcher sich an das rechte Ufer, und das eigentliche Wehr, das sich an das linke Ufer lehnt (Fig. 5 Seite 409).

Wenn man sich die Bedingung stellt, dem Durchlasse eine festgesetzte Breite von 15m00 zu geben, wie man es gethan, indem man die Sohle 0m50 unter das Niederwasser legte, so wird die Länge des eigentlichen Ufers durch die Regel bestimmt, dem dem Austreten nahe stehenden Wasser eine Abflußöffnung zu bieten, welche dem etwas stromaufwärts von dem Wehre sich befindenden Flußprofile gleich ist; der Fluß in seinem normalen Zustande vorausgesetzt. Die so ermittelte Abflußöffnung liefert das erste Glied einer Gleichung, in welcher das zweite durch eine Funkzion der neuen Dimensionen des Durchlasses, der bekannten Wassertiefe (aufwärts von der Ueberschwemmungslinie) und der unbekannten Länge des Wehres ausgedrückt wird. Auf diesem Wege fand man 49m80, sagen wir 50m00, für die Länge des Wehres von Dammery. Betrachten wir nacheinander den Durchlaß und das Wehr.

Der Durchlaß befindet sich auf der konkaven der früher erwähnten Krümmung an dem für die Schiffe geeignetsten Platze. Seine Oeffnung beträgt 15m00 und wird durch ein System von selbst beweglichen Fallthüren gesperrt, welche unter dem Drucke des bis auf eine gewisse Höhe gestiegenen Wassers sich etwas öffnen, einem Theile desselben freien Abfluß gestatten und hiedurch mögliche Ueberschwemmungen verhüten. Soll der Durchlaß für die Hochwasser oder die Schifffahrt ganz frei gemacht werden, so können die Fallthüren vom Widerlager aus durch den Schleusenwart entfernt, d. h. umgelegt werden.

Beschreibung der selbstbeweglichen Fallthüren. — Das System dieser Fallthüren ist von Herrn Chanoine, Ingenieur en Chef des Ponts et Chaussées im oberen Seine-Departement, erfunden worden und besteht in einer wesentlichen Verbesserung des auch seinen Namen führenden Systemes, nach welchem das Wehr von Cumieres erbaut worden ist.

Die Uebelstände des letzten Systemes sind doppelter Art: 1. ist das Aufrichten der Thüren zeitraubend und mühsam, da jedesmal ein Nadelwehr und auf dessen Rippen eine Dienstbrücke hergestellt werden muß; das Wehr, um den Druck des Wassers auf die, um ihre untere Kante beweglichen Fallthüren aufzuheben und dadurch deren Aufrichten möglich zu machen; die Brücke, um von derselben das Aufrichten der Thüren mittelst einer tragbaren Winde zu bewerkstelligen; 2. ist der an und für sich schon zusammengesetzte Mechanismus, welcher zum Umlegen der Fallthüren dient, durch das häufige Ueberfluthen des Oberwassers und das leichte Versanden bei Hochwassern Beschädigungen ausgesetzt, welche ein träges Umdrehen und oft gänzliches Stillstehen des Schaufelrades zur Folge haben.

Was den ersten dieser Uebelstände betrifft, die jedesmalige Errichtung des Wehres, so wird derselbe so lange bestehen als das Aufrichten der Thüren im Wasser vor sich geht, weil — wie man sich

Digitized by Google

errinnern wird — das Wehr, den Dienst der Gegenfallthüren des Thénard'schen Systemes verrichtend, den Druck des Wassers aufzuheben hat. Um diesem zeitraubenden Uebelstande abzuhelfen, handelte es sich darum, das Aufstellen der Thür außer Wasser, d. h. unabhängig von dessen Drucke, zu bewerkstelligen; eine Aufgabe, deren Lösung durch eine besondere Einrichtung erreicht worden ist: eine Einrichtung, welche um die Thüre aufzustellen, sie nicht um ihre untere horizontale Kante sich drehen läßt, sondern gestattet, daß dieselbe in einer der auf dem Bette eingenommenen parallelen Stellung der Oberfläche des Wassers genähert, über dieselbe gehoben und dann erst aufgerichtet werde, wenn sie sich ganz außer Wasser befindet.

Zu diesem Zwecke ist die Thür (Blatt **160** Fig. 1, 2, 3) nahezu in ihrer Mitte um eine wagrechte Achse beweglich, welche die obere Querstange eines schmiedeisernen Rahmens bildet, dessen untere, mit der oberen parallele Stange sich in Lagern bewegen kann, welche an dem in der Sohle durch Keile festgehaltenen Längenbalken befestigt sind. Die aufgerichtete Thür (Fig. 1) stützt sich gegen den untern Vorsprung des Längenbalkens und die obere Querstange des nun senkrechten Rahmens, welcher seinerseits in dieser Stellung durch eine Strebe erhalten wird, deren Kopf um eine an der oberen Querstange des Rahmens befindliche Achse beweglich ist und deren Fuß sich gegen einen Vorsprung der Stützplatte stemmt, welche in dem Mauerwerke der Sohle eingelassen ist. Will man daher die Thür aufrichten, so hat man nur den Rahmen senkrecht zu stellen.

Das Aufheben und Aufrichten der Thür geschieht von einem Nachen aus, welcher auf dem Oberwasser von einem quer über den Durchlaß gespannten Seile gehalten wird, längs dem er sich fortbewegen kann. Der in dem Kahne befindliche Wehrwächter hängt einen an einem entsprechend langen Stabe steckenden Doppelhaken in den Griff ein, welcher am nahe gelegenen Ende der Thür angebracht ist; diese Arbeit erfordert einiges Suchen, da das über die Thür fließende Wasser, die gewünschte Stelle des Griffes verbergend, denselben nicht gleich finden läßt. Ist der Doppelhaken glücklich eingehängt, so wird die Thür mit Hülfe einer kleinen Winde gegen den Nachen zugezogen, auf welche sich die an dem Haken befestigte Kette aufrollt; eine Arbeit, welche keine große Kraftanstrengung erfordert, da einerseits die Thür in ihrer nahezu wagrechten Lage beinahe keinen Widerstand dem entgegenströmenden Wasser bietet, und anderseits in Folge des Gewichtsverlustes des im Wasser eingetauchten Holzes die in der That gegen 500 Kilogramm schwere Thür von einer Kraft von höchstens 150 Kilogramm gehoben werden kann. Die um die obere Kante des Rahmens bewegliche Thür behält während der Zeit dieser Arbeit eine nahezu senkrechte Stellung, nähert sich in derselben der Oberfläche des Wassers, überschreitet dieselbe und befindet sich in ihrer höchsten Stellung, sobald der eiserne Rahmen senkrecht gestellt, d. h. dessen Strebe gegen den Vorsprung der Stützplatte gestemmt ist. Der Doppelhaken wird nun ausgehängt, und ein leichter Druck auf den unteren Theil der Thür genügt, um sie in das Wasser zu tauchen, dem sich sogleich der noch heftigere der aufgestauten Masse beigesellt, um die Thür mit großer Gewalt an die Schwelle des Längenbalkens zu schlagen. Um diesen heftigen Stoß zu schwächen, stemmt der Wehrwächter gewöhnlich seinen Stab gegen die obere Fläche der oben umkippenden Thür. Das Verhältniß des oberen und untern Theiles der Thür ist so ermittelt, daß bei Niederwasser der Druck auf den letzten größer als auf den obern Theil ist, daß aber für eine geringe Steigung des Wasserspiegels das Gegentheil stattfindet. Die Thür kippt um ihre Achse, nimmt eine schiefe Stellung ein und bietet unter dem Wasser eine Abflußöffnung dar. Der Wasserspiegel senkt sich dadurch, der Druck auf den unteren Theil der Thür wird größer als der auf den oberen, d. h. die Thür nimmt ihre frühere Stellung ein und wirkt wieder als Wehr.

Abweichend von der eben erwähnten Art der Aufrichtung der beweglichen Fallthüren geschieht dieselbe bei dem Wehre von Dammery von einer Hülfsbrücke aus (Blatt **158**, Fig. 2), welche auf den Rippen eines Nadelwehres errichtet wird. Die Brücke dient dazu, die Verbindung zwischen Widerlager und Pfeiler herzustellen, welche, wie wir später sehen werden, wegen des eigentlichen Wehres nothwendig ist, und das Nadelwehr erfüllt nie seinen eigentlichen Zweck, sondern dient bloß als Fangdamm gegen das Oberwasser, welches mittelst einer getheerten über die Nadeln gespannten Leinwand vollkommen abgehalten werden kann, wenn der Durchlaß wegen vorzunehmender Ausbesserung trocken gelegt werden soll. Zur

Digitized by Google

Abhaltung des wenig tiefen Unterwassers genügt eine Bohlenwand, welche von Zangenhölzern gehalten wird, die, vom Widerlager zum Pfeiler reichend, in zwei in denselben eingeschnittenen Fugen befestigt sind.

Da die zur Verbindung von Pfeiler und Widerlager nöthige Brücke so beschaffen sein mußte, daß sie zugleich mit dem Wehre entfernt werden konnte, um den Durchlaß der Schifffahrt zu öffnen, so errichtete man dieselbe auf umlegbaren Rippen, denen man noch Nadeln beifügte, um sie in vorkommenden Fällen zu erwähntem Zwecke zu benützen. Die Brücke war also nicht unumgänglich nöthig zum Aufrichten der Thüren, da dieses, wie wir gesehen, von einem Nachen aus bewerkstelligt werden kann. Es darf jedoch kaum erwähnt werden, daß letzteres leichter und bequemer und daher schneller von einer Brücke als von einem Nachen geschieht.

Das eben erwähnte bewegliche Nadelwehr ist auf Blatt **160** dargestellt, welches in Fig. 8 die Ansicht, in Fig. 10 den Grundriß, und in Fig. 9 einen Querschnitt des Wehres senkrecht auf dessen Richtung vorführt. Diese Figur zeigt uns zugleich eine von der gewöhnlichen verschiedene Befestigungsart der gußeisernen Lager, in welchen sich die in Zapfen auslaufende untere Querstange der Wehrrippen bewegt. Diese Lager sind nämlich nicht wie gewöhnlich in einem aus Längen- und Querschwellen hergestellten Rahmen, sondern ganz einfach in dem Mauerwerke der Sohle befestigt. Der eben erwähnte Rahmen ist als überflüssig hier ganz weggelassen worden. Fig. 11 zeigt die Ansicht einer Wehrrippe; die Fig. 12 u. 13 deren in wagrechter Richtung fortlaufende Verbindungsstangen flußauf- und abwärts, und Fig. 14 endlich die zum vorläufigen Festhalten der Rippen dienende Handbarre, welche dazu gebraucht wird, die von den schon aufgestellten und befestigten Rippen mittelst der Kette angezogene nächste Rippe so lange in einer senkrechten Stellung zu erhalten, bis sie durch Einsetzung der Verbindungsstangen mit dem schon festen Theile der Brücke vereinigt wird. Zu diesem Zwecke wird die Handbarre mit den zwei Einschnitten e e auf die rechteckigen Querstangen der festen und eben angezogenen Wehrrippe aufgesetzt und diese dadurch in einer unveränderlichen Stellung erhalten. Und so geht es fort bis an das Ende der Brücke.

War das Aufrichten der Fallthüren mit einem großen Aufwande von Mühe und Zeit erkauft, so geht das Umlegen derselben auf die Sohle des Durchlasses um so leichter und schneller. Man bedient sich zu diesem Zwecke, wie bei dem Wehre von Cumieres, einer Ausrückungsstange, deren wagrechte Bewegung jedoch nicht durch das auf ein Schaufelrad wirkende Oberwasser, sondern durch eine vom Wehrwächter in Bewegung gesetzte Drehvorrichtung erzielt wird, welche in einer in dem Widerlager ausgesparten Vertiefung sich befindet.

Diese Drehvorrichtung (Blatt **159**) besteht aus einem gezahnten gußeisernen Rade (Fig. 5 und 6), dessen Durchmesser 0m50 beträgt, in welches ein kleineres Zahnrad eingreift, das durch einen auf seine Achse gesteckten kurbelartig gekrümmten Schlüssel in drehende Bewegung gesetzt wird. Das große Rad sitzt auf einer senkrechten, durch das Widerlager bis auf die Sohle reichenden schmiedeisernen Achse, auf deren Ende ein kleineres Zahnrad gekeilt ist, welches, in die Zähne der Ausrückungsstange eingreifend, dieser eine wagrechte Bewegung ertheilt. Die rechts von der Stange befindliche Rolle r (Fig. 6 und 7) drückt dieselbe gegen die Zähne des kleinen Rades und sichert dadurch ein stetes Eingreifen der Zähne der beiden Räder, welche die Uebersetzung der drehenden in eine gerade Bewegung bewirken.

Die Ansätze der Ausrückungsstange stoßen gegen die Streben der Thüren, machen sie dadurch von dem Vorsprung ab, gleiten über die schiefe Ebene der Stützplatte*) und legen so eine Thür nach der andern um. Die Abstände der Ansätze der Stange voneinander müssen derart berechnet sein, daß, wenn der dem Pfeiler zunächst gelegene Ansatz knapp vor der betreffenden Strebe sich befindet, der zweite von der nächsten um den Umkreis des kleinen untern Zahnrades, der dritte um den doppelten, der vierte um den dreifachen Umkreis von der betreffenden Strebe u. s. w. absteht.

Befindet sich die Ausrückungsstange in ihrer normalen Stellung, d. h. der dem Pfeiler zunächst gelegene Ansatz knapp vor seiner Strebe, so wirft der die Drehvorrichtung in Bewegung setzende Wehrwächter beinahe unmittelbar im Beginne seiner Thätigkeit die erste Thür um, nach einer vollen Drehung seines

*) Die Einrichtung der Stützplatte ist im Wesentlichen die, welche bei dem Wehre von Cumieres ausführlich erwähnt worden ist.

Digitized by Google

Schlüssels die zweite, nach zwei Drehungen die dritte, nach drei die vierte u. s. w., bis er auch die letzte Thür umgelegt hat. Nun macht er die entgegengesetzten Drehungen und zwar, wie aus dem Vorhergehenden erhellt, eine weniger, als Thüren vorhanden sind, um die Stange wieder in ihre normale Lage zurückzuführen. Blatt **160**, Fig. 7 zeigt im Grundrisse die Ausrückungsstange und ihre Ansätze.

Damit die Stange mit so viel Sicherheit und so wenig Reibung als möglich wagrecht fortbewegt werde, so gleitet sie zwischen zwei Rundstäben und auf Rollen fort; eine Einrichtung, welche aus den Figuren 4, 5 und 6 genau zu ersehen ist.

Aus dem Vorhergehenden erhellt, daß das eben beschriebene System von beweglichen Fallthüren des Herrn Chanoine eine wesentliche Verbesserung seines ersten Systemes ist und die früher erwähnten Uebelstände des bei Cumieres erbauten Wehres vollkommen abhilft; denn zur Errichtung des verbesserten Systemes der Thüren ist weder ein Wehr noch eine Brücke nöthig, und das Beschädigungen ausgesetzte Schaufelrad ist durch eine einfache Drehvorrichtung ersetzt. Diese Thüren bieten den Vortheil, einen viel dichteren Verschluß zu bilden als ein Nadelwehr, ferner in kurzer Zeit und mit wenig Mühe aufgerichtet und umgelegt, und endlich durch das steigende Wasser selbst aufgestellt werden zu können, daß durch die entstehende Oeffnung das Zuviel des Wassers abfließt, daher Ueberschwemmungen unmöglich gemacht werden können.

Gehen wir nun über zu dem eigentlichen Wehr. Es schließt die zwischen dem linken Ufer und dem Pfeiler gelassene große Oeffnung von $50^{m}00$ und ist nach einem ganz neuen Systeme konstruirt, dessen Erfindung Herrn Desfontaines, Ingenieur en Chef des Ponts et Chaussées gebührt.

Das Wehr besteht aus einem festen und einem beweglichen Theile (Blatt **158**, Fig. 1, 2 und Blatt **159** Fig. 3). — Der feste Theil ist ein festes Wehr mit geneigtem Abschußboden, welches, $0^{m}89$ über dem Niederwasser erhöht, eine Breite von $1^{m}825$ hat und von einer flußaufwärts eingetriebenen Spundwand und einer geholmten Pfahlreihe gebildet wird welche, in Verbindung mit einer zweiten von zwei Zangenhölzern gekrönten den $4^{m}50$ breiten Abschußboden bildet. In dem von der Spundwand und der ersten Pfahlreihe gebildeten und mit Steinen ausgefüllten Raume ist eine viertelkreisförmige Vertiefung ausgespart, in welche Trommeln eingesetzt werden, die den beweglichen Theil des Wehres bilden. Die zwei den Abschußboden begrenzenden Pfahlreihen werden durch schwalbenschwanzförmig aufgekämmte Querhölzer (Blatt **158** Fig. 2) miteinander verbunden, welche die $^{1}/_{6}$ zur Neigung habende Ebene in eine Reihe von Feldern theilen, die mit $0^{m}50$ hohen, sehr gut geordneten Bruchsteinen gepflastert sind, welche auf einer $0^{m}50$ mächtigen Lage von Zwicksteinen ruhen. Unterhalb des Abschußbodens wird das Bett des Flusses durch eine Steinschüttung gegen die Angriffe des übersteigenden Wassers gesichert, welche, durch eingetriebene Pfähle gehalten, sich auf eine Entfernung von $20^{m}00$ erstreckt. Die gepflasterten Böschungen des rechten und linken Ufers reichen bis auf eine Entfernung von $30^{m}00$ flußauf- und abwärts.

Der bewegliche Theil des Wehres besteht aus fünfzig $0^{m}99$ breiten Flügeln (Blatt **161** Fig. 4 u. 5), welche aus zwei, um eine wagrechte Achse beweglichen Theilen bestehen: dem oberen geraden $0^{m}85$ hohen, und dem unteren gekrümmten. Die schmiedeiserne Achse ist in einer Trommel aus $0^{m}07$ starkem Eisenblech derart befestigt, daß der gerade Theil des Flügels außerhalb der Trommel sich bewegen und den Stau des Wassers erzeugen kann (Fig. 1 und 3); der gekrümmte jedoch ist in der Trommel eingeschlossen, deren Begrenzungslinie aus der Verbindung der senkrechten Geraden mit einem Viertelkreis entstanden ist. Zwei senkrechte Wände schließen rechts und links die $1^{m}00$ lange Trommel ab und sind durch zwei rechteckige Oeffnungen O, eine wagrechte und eine senkrechte, durchbrochen. Die Ränder der Oeffnungen sind mit Rippen R versehen, welche zur Verbindung der nebeneinander gestellten Trommeln dienen, die auf diese Art der ganzen Länge des Wehres nach von zwei Kanälen von rechteckigem Querschnitt durchzogen werden. Damit der Verschluß der miteinander zu verbindenden Trommeln ein möglichst wasserdichter werde, fügt man dicke Lederstreifen zwischen die eben erwähnten Rippen R je zweier aufeinander folgenden Trommeln und zieht selbe mittelst, durch die Löcher o gesteckten Schraubenbolzen auf das festeste zusammen.

Bevor wir auf die Wirkungsart der Flügel übergehen, werfen wir einen Blick auf die Figuren 1 u. 2, um sich mit der Konstrukzion der Trommel vertraut zu machen

Digitized by Google

Zwei, in der Richtung des Wehres laufende, flußauf- und abwärts gekehrte senkrechte Wände in Verbindung mit einer kreisförmig gebogenen Ebene schließen die Trommel nach unten ab, welche nach rechts und links von zwei mit den bekannten Oeffnungen versehenen Seiten begrenzt wird. Nach oben wird die Trommel durch drei Deckplatten, flußaufwärts durch eine längere P_i, flußabwärts durch eine kürzere, etwas tiefer gelegene P_{ii}, beide aus Eisenblech und mit den übrigen Theilen der Trommel vernietet, in der Mitte aber durch eine Deckplatte aus Gußeisen P geschlossen. Die Enden der Platten P_i und P_{ii} sind mit starken Schrauben an das Zangenholz der Spundwand und den Holm der Pfahlreihe befestigt. P wird von zwei, mittelst eines kreisförmigen stärkeren Kernes K in Verbindung stehenden Platten gebildet, von denen jede mit den angrenzenden Deckplatten P_i und P_{ii} in einer Ebene liegt. Der Kern der mittleren Deckplatte P (Fig. 6 und 7) ist von der Achse A des Flügels durchstoßen, welche sich in demselben wie in einem Lager bewegen kann. Die mit dem Flügel ein unveränderliches Ganze bildende Mittelplatte P wird mittelst Schrauben S an die entsprechenden Theile der Trommel befestigt und trägt auf der obern Seite drei starke Ringe r, in welche Ketten eingehängt und mit diesen Platte und Flügel zugleich entfernt werden können, wenn wegen Ausbesserungen das Innere der Trommel besichtiget werden soll, nachdem zuvor die Schrauben S gelüftet worden sind.

Wirkungsart des Flügels. — Der um die wagrechte Achse A bewegliche Flügel kann zwei wesentlich verschiedene Stellungen, eine senkrechte und eine wagrechte, annehmen. Beide sind in Fig. 1 punktirt und mit σ und σ_1 bezeichnet.

In der senkrechten Stellung wirkt der Flügel als Wehr, dessen Aufstau durch den oberen geraden Theil des ersten bewirkt wird.

In der wagrechten Stellung ist die Wirkung des Flügels aufgehoben und das feste Wehr mit geneigtem Abschußboden herrscht ungestört, gerade als ob kein bewegliches Wehr vorhanden sei.

Diese zwei verschiedenen Stellungen des Flügels, die senkrechte und wagrechte, werden durch den Druck des Oberwassers hervorgebracht, je nachdem dieses durch die wagrechte Oeffnung O eintretend auf die obere Seite des gekrümmten Theiles des Flügels drückt und diesen aufrecht stellt, oder, durch die senkrechte Oeffnung O_1 zugelassen, auf dessen untere Seite drückend, den Flügel wagrecht stellt. In derselben Zeit als das Oberwasser auf den einen Theil des Flügels drückt, übt das Unterwasser auf den entgegengesetzten auch einen Druck aus, welcher aber, vermöge des Höhenunterschiedes der beiden Wasserspiegel geringer als ersterer, von demselben überwunden wird. In den beiden, durch den Flügel getrennten Theilen der Trommel T und T_1 herrscht das wechselseitige Spiel des Ober- und Unterwassers, und es ist daher wesentlich, daß diese beiden Theile so wasserdicht als möglich abgeschlossen, d. h. daß der Flügel sowohl während seiner Bewegung als seines Ruhestandes in wagrechter oder senkrechter Stellung mit seinen Rändern genau an die Wände und den Boden der Trommel sich anschließe. Zu diesem Zwecke (Fig. 4 u. 8) wird der Rand der Blechplatte des Flügels von einem etwas vorspringenden Lederstreifen eingefaßt, welcher sich genau an die Wände der Trommel anschließt und während der Bewegung den wasserdichten Verschluß bewirkt; auf der entgegengesetzten Seite befindet sich ein Kautschukband, mit dessen hervorspringendem Rande a der Flügel in seiner senkrechten Stellung sich gegen die ihm als Stütze dienende Rippe ρ der Oeffnung O_1 drückt und dadurch ebenfalls die Verbindung des Ober- und Unterwassers verhindert. Der an dem untern Theil befestigte Balken b (Fig. 4 u. 5) dient dazu, die Gewalt des Stoßes zu mildern, mit welcher der herabgedrückte Flügel an den Halt h (Fig. 1) geschlagen wird.

Versuche, die über den wasserdichten Verschluß der Theile der Trommel angestellt wurden, sind vollkommen gelungen.

Um nun das Ober- und Unterwasser mit den beiden durch den Flügel getrennten Theilen der Trommel T und T_1 (Fig. 6 Seite 409) in Verbindung zu setzen, hat man in dem rechten Widerlager wie in dem Pfeiler zwei Röhren R und R_1 angebracht, welche sowohl mit der Kammer K als mit der Kammer K_1 in Verbindung stehen, in deren erste das Oberwasser durch den Kanal C und in deren zweite das Unterwasser durch den Kanal C_1 Zutritt erhält. Ein System von Schützen S kann nach Belieben die Röhren R und R_1 mit dem Ober- oder Unterwasser in Verbindung setzen oder sie absperren.

Will man daher den Flügel aufrecht stellen, d. h. ihn als Wehr wirken lassen, so hat man das Oberwasser in den Theil T und das Unterwasser in den

Digitized by Google

Theil T_1 der Trommel treten zu laſſen. Zu dieſem Zwecke hat man die Röhre R mit der Kammer K und die Röhre R_1 mit der Kammer K_1 in Verbindung zu ſetzen. Man öffnet daher S_2 S_2' und ſchließt S_1 und S_1'; das eintretende Waſſer wirkt auf den obern Theil des Flügels, überwindet den ſchwächern Druck auf den untern Theil des Flügels und zwingt dieſen ſich aufrecht zu ſtellen. Das Wehr iſt in Thätigkeit.

Will man das Wehr umlegen, ſo hat man das Oberwaſſer in den Theil T_1 und das Unterwaſſer in den Theil T der Trommel eintreten zu laſſen, zu welchem Zwecke man das umgekehrte Verfahren mit den Schützen einſchlägt. Man öffnet S_1 und S_1' und ſchließt S_2 und S_2'. Das in dem Theil T der Trommel befindliche Oberwaſſer begibt ſich durch die Röhre R in die Kammer K_1 und fällt bis auf den unteren Waſſerſpiegel, während das Oberwaſſer durch die Röhre R_1 ſich in den Theil T_1 der Trommel begibt, auf den untern Theil des Flügels drückt und ihn zwingt ſich wagrecht zu ſtellen. Das Wehr iſt außer Thätigkeit; nur das feſte Wehr wirkt als ſolches.

Um das Einführen von ſchwimmenden Körpern in die Kammern des Widerlagers und des Pfeilers und daher in die Trommel zu verhüten, ſchließen Gitter den Eingang der Kanäle ab.

Wie erwähnt, befindet ſich die gleiche Anordnung von Kammern, Schützen und Röhren des Widerlagers auch im Pfeiler. Man bedient ſich gewöhnlich nur eines dieſer Syſteme, und nur dann beider, wenn

1. der Zufluß des Oberwaſſers durch das Widerlager oder den Pfeiler unzureichend iſt, man daher die Kanäle beider zu öffnen genöthiget iſt, um das Wehr ſchneller aufſtellen zu können;

2. wenn man die Trommel von dem trotz des Gitters eingetretenen und zurückgebliebenen feinen Sande reinigen will. Zu dieſem Zwecke läßt man das Oberwaſſer durch die Trommeln ſchießen, d. h. man läßt dasſelbe durch das Widerlager in die beiden Theile der Trommel ein- und durch den Pfeiler austreten. Der aus dem Höhenunterſchied der beiden Waſſerſpiegel reſultirende Druck treibt das Oberwaſſer raſch durch die Trommeln und läßt es den Sand mitnehmen. Man öffnet hiezu S_2 und S_1 und ſchließt S_1' und S_2' und macht das Umgekehrte im Pfeiler.

Fig. 2 Blatt **158** zeigt im Grundriſſe die Anordnung der Kammern, Kanäle, Röhren und der das Wehr bildenden Trommeln des Widerlagers ſowohl als des Pfeilers, und die ſenkrechten Schnitte durch den Pfeiler (Blatt **159** Fig. 1) und das Widerlager (Blatt **159** Fig. 4) laſſen die Anordnung derſelben im Innern des Mauerwerkes erkennen.

Der Verſchluß der Röhren (Blatt **162**), durch welche das Ober- oder Unterwaſſer in die das Wehr bildenden Trommeln geleitet wird, geſchieht durch kreisrunde Schützen, deren Durchmeſſer von 0^m56 um 0^m06 größer als der der Röhren iſt, daher geſtattet den Umfang der letzten mit einem 0^m03 vorſpringenden Rande zu bedecken. Dieſe Schützen werden in ſenkrechter Richtung (Figur 6 Seite 409) an den den Zuleitungskanälen CC_1 gegenüber befindlichen Wänden der Kammern K und K_1 auf und abbewegt, um die Mündungen der hier zu Tage tretenden Röhren öffnen oder ſchließen zu können.

Die Art der Führung dieſer Schützen iſt verſchieden, je nachdem dieſe die Röhren in der Kammer K alſo ſtromaufwärts, oder der Kammer K_1 oder ſtromabwärts zu ſchließen haben.

In der Kammer K genügt es, an der dem Kanal C gegenüberſtehenden Wand zwei gußeiſerne Führungsſtangen ſenkrecht zu befeſtigen, welche mit Nuthen verſehen ſind, in denen die Schützen laufen können (Fig. 5 u. 6 Blatt **162**). Der auf die Schütze geübte Druck des Waſſers wird durch die Standfähigkeit der Mauer aufgehoben.

Anders iſt es aber in der Kammer K_1 (ſtromabwärts), wo der Druck des durch die Röhren auf die Schützen ſtürzenden Waſſers nicht auf die Wand übertragen werden kann, welche dem Zuleitungskanal C_1 gegenüberſteht. Um daher dieſer Schütze eine ruhige und ſichere Führung zu geben, ſchloß man ſie (Fig. 3) zwiſchen zwei gußeiſernen Platten ein, welche man unter ſich durch Schrauben vereinigte und mit dem Mauerwerk feſt verankerte (Fig. 1, 2, 3). Die Schütze gleitet zwiſchen den miteinander vereinigten Platten, welche ihr zugleich die nöthige Unterſtützung bieten. Der obere Theil der Platte iſt mit einem waſſerdichten Verſchluß für die die Schütze führende Stange verſehen.

Die Anſicht der vordern Platte iſt aus Fig. 1, die der hintern aus Fig. 4, und die Art der Verbindung derſelben untereinander wie mit dem Mauerwerk aus den Figuren 2 und 3 zu erſehen.

Die ſenkrechte Bewegung (Fig. 7) der an der

Digitized by Google

Schütze befeſtigten ſchmiedeiſernen Stange geſchieht mittelſt einer Schraube S, deren Gänge ſich in einem Gewinde bewegen, das in einem kurzen ſchmiedeiſernen Querriegel q eingeſchnitten iſt. An dieſen Riegel iſt die in eine Gabel auslaufende Stange der Schütze s gehängt und erhält durch zwei in dem Mauerwerk befeſtigten Eiſen ee' eine feſte und ruhige Führung.

Die eben erwähnte Schraube S befindet ſich an dem untern Ende einer ſenkrechten ſchmiedeiſernen Stange, welche, durch das Mauerwerk bis an deſſen Oberfläche reichend, an dem obern Ende in einen eckigen Theil ausläuft, auf welchen ein kurbelartiger Schlüſſel geſteckt, mittelſt deſſen die Schraube gedreht und die Schütze aufgezogen werden kann. Ein meſſingner Ring r, der in einer in dem Mauerwerk befeſtigten gußeiſernen Platte p eingelaſſen iſt, hindert einerſeits die Schraube von dem Gewichte der an ſie gehängten Schütze gezogen zu werden, und ſichert anderſeits eine wagrechte drehende Bewegung.

Man ſieht, daß dieſes von Desfontaines erfundene Wehrſyſtem nothwendiger Weiſe einen feſten Theil vorausſetzt, weil der aus dem Höhenunterſchiede des Ober- und Unterwaſſers ſich ergebende Druck auf den Flügel in der Trommel das Aufrechtſtellen desſelben und daher den Aufſtau hervorbringt. Das Syſtem iſt demnach die Vereinigung eines feſten und beweglichen Wehres, deſſen Handhabung kurz und einfach iſt; ein Vortheil, welches demſelben ein großes Uebergewicht über das Nadelwehr einräumt, deſſen Handhabung zugleich langwierig, ſchwierig und für den Wehrmeiſter zuweilen gefährlich iſt. Dazu kommt noch die günſtige Anordnung des 0·89 über dem Niederwaſſer erhöhten Wehres; ein Umſtand, welcher deſſen Bau, ohne die bei andern Kunſtbauten dieſer Art nothwendigen ſo koſtſpieligen Ausſchöpfungen und tiefen Fundirungen zu erfordern, möglich macht. Dieſe Vortheile der einfachen und billigen Herſtellung des Wehres werden jedoch zum Theil durch den hohen Preis der Trommeln ausgeglichen, welchem ſich noch der Mangel an Erfahrung über die Anwendbarkeit derſelben beigeſellt, um die Einführung dieſes in jeder Beziehung empfehlenswerthen Syſtemes Schwierigkeiten entgegen zu ſetzen.

Wenn auch, wie früher erwähnt, die über den dichten Verſchluß und die Leiſtungsfähigkeit einzelner Trommeln angeſtellten Verſuche zur Zufriedenheit ausgefallen ſind, ſo hat man doch keine Erfahrungen über das Zuſammenwirken einer größeru Zahl derſelben ſammeln können, da die Trommeln, welche das Wehr zu Dammery bilden ſollen, wegen der im verfloſſenen Herbſte häufigen Hochwaſſer der Marne und wegen anderer Abhaltungen dieſes Jahres bis heutigen Tag noch nicht eingeſetzt werden konnten (Ende Juni 1857). Es iſt zu befürchten, daß der vom Waſſer mitgeführte und in der Trommel zurückbleibende Sand das genaue und regelmäßige Spiel der Flügel unterbreche und daher häufige Reinigungen und Ausbeſſerungen der Trommeln nöthig mache.

Es bleibt noch übrig, über die Fundirung des Wehres zu berichten, welche bei weitem weniger Schwierigkeiten bot als die des Wehres bei Cumieres. Man hob zuerſt flußauf- und abwärts (Blatt **159** Fig. 2) 0·60 tiefe Streifen zum leichteren Eintreiben der gefalzten Spundwand aus, mit welcher man (Blatt **158** Fig. 2) das rechte Widerlager, den Durchlaß und den Pfeiler umſchloß. Dieſe Arbeit ging leicht von Statten, da wegen der geringen Krümmung des Fluſſes an dieſer Stelle und wegen der zum Abführen des Waſſers hinreichend großen Oeffnung von 50·0 deſſen Krümmung nicht bedeutend war, man daher in dem Einſchlagen der Pfähle und Spunden durchaus nicht geſtört wurde. Nach den auf eine Tiefe von 3·50—4·00 eingeſchlagenen Pfählen befeſtigte man die Zangenhölzer und Längenbalken, ſchlug die Spunden und zog die ſchmiedeiſernen Zugbänder ein. Bei Cumieres hatte man große Schwierigkeiten, die Zugbänder mittelſt eines gewöhnlichen Schlüſſels anzuziehen. Bei Dammery änderte man die Form der Schraubenmutter in ſo weit, als man derſelben den Anſatz eines gezahnten Sperrrades gab, in deſſen Zähne ein Haken einfiel, welcher ſich an dem Schlüſſel befand, deſſen Ende in eine kreisförmige Oeffnung auslief zum Umfaſſen des Zugbandes. Der Haken diente dem als Hebel wirkenden ziemlich langen Schlüſſel als Stützpunkt *). Mit Hülfe dieſer verbeſſerten Einrichtung des Schlüſſels war es ein Leichtes, die Zugbänder beliebig anzuziehen.

Nachdem die Spundwand hergeſtellt war, baggerte

*) Die hierbei erzielte Wirkung iſt dieſelbe, welche man bei der mit einem Sperrrad verſehenen Winde erreicht, an welcher ſtatt der Kurbel ein mit einem in das Rad eingreifenden Haken verſehene Hebelsarm wirkt.

Digitized by Google

man das Innere des von derſelben eingeſchloſſenen Raumes aus, goß 1"00 hoch Beton, errichtete die Fangdämme (Blatt 159 Fig. 3) und fing an mit Leteſtu'ſchen Pumpen das Waſſer auszuſchöpfen. Da zeigte ſich eine Quelle, welche flußabwärts in der Nähe der Spundwand zu Tage trat. Man führte daher einen zweiten, mit dem ſchon beſtehenden parallelen, Fangdamm in einer Entfernung von 2"00 von demſelben aus Letten auf. Der auf dieſe Weiſe von dem Quellwaſſer abgeſchnittene Raum wurde ausgeſchöpft, und ungehindert konnte man das rechte Widerlager und den Pfeiler bis unter das Niederwaſſer erheben und die nöthige Maurerarbeit für das Nadelwehr und die beweglichen Fallthüren auf der Wehrbettung beenden. Nun erſt ging man daran, die noch übrigen 2"00 derſelben zu vollenden. Zu dieſem Zwecke durchſtieß man den Beton, da wo die Quellen zu Tage traten, mittelſt eiſerner Spitzſtangen und ſtampfte dann in dieſe Löcher neuerdings gegoſſenen Beton ſtark und anhaltend. Der auf dieſe Weiſe zuſammengedrückte Beton verhinderte jede Durchſickerung des Quellwaſſers und erhärtete in einer Zeit von mehreren Tagen ſo gut, daß man ungehindert und mit voller Sicherheit an die Schlußarbeit der Bettung gehen konnte, nachdem man das Waſſer in den von den 8 Fangdämmen eingeſchloſſenen 2"40 breiten Raum ausgeſchöpft hatte. Man zerſtörte hierauf die Fangdämme aus Letten und vereinigte beide Theile der Sohle.

Unterdeſſen hatte man auf gleiche Weiſe das linke Widerlager aufgeführt und es blieb noch übrig, das halb bewegliche Wehr zu erbauen. Um den durch die Fangdämme noch eingeſchloſſenen Durchlaß dem Fluſſe zu eröffnen, zerſtörte man dieſelben und fing damit an, die das feſte Wehr bildenden Wände einzuſchlagen, flußaufwärts die Spundwand, dann die Pfahlwand in einer Entfernung von 1"815 (Fig. 3 Blatt 159); eine Arbeit, die bei dem Umſtande, daß beide in der Höhe von 0"89 über dem Niederwaſſer abzuſchneiden waren, ſehr leicht hätte vor ſich gehen können, wenn dieſelbe nicht durch die häufigen Hochwaſſer der Marne unterbrochen worden wäre. Zwei auf Flöſſen errichtete Rammen waren fortwährend beſchäftigt, die große Zahl von Pfählen einzutreiben, welche zur Herſtellung des Abſchußbodens, ſo wie zur Befeſtigung der 20"00 langen Steinſchüttung nothwendig waren. Die Steinſchüttung wurde aus 3 Schichten zuſammengeſetzt Die untere 0"25 hohe Schichte wurde von kleinen Steinen gebildet; auf dieſe kam eine 0"30 hohe von mittelgroßen Bruchſteinen, welche endlich von 0"45 dicken großen Steinblöcken bedeckt wurden.

Nach Beendigung aller dieſer Arbeiten wurden die viereckigen Pfähle eingetrieben, auf welchen die obern Platten der Trommeln mittelſt großer Schrauben befeſtigt wurden. Das Einſchlagen dieſer Pfähle war die letzte Arbeit, welche ich im Oktober vorigen Jahres ausführen ſah. Es erübrigt nur noch zwiſchen der Spund- und der erſten Pfahlwand den viertelkreisförmigen Raum mittelſt Zwickſteinen zur Aufnahme der Trommeln zu bilden, welche, wie ſchon erwähnt, erſt dieſes Jahr eingeſetzt werden ſollen.

Durchſtich mit einer Schleuſe an deſſen Ende.

Der Durchſtich ſchneidet einen großen Umweg der Marne ab und iſt ſo geführt, daß jedes ſeiner Enden die entſprechende Krümmung des Fluſſes tangirt, was bei dem flußabwärtigen Ende eine leichte Kurve nöthig machte. Die Länge des Durchſtiches beträgt 1800"0, ſeine Breite 15"00 und ſeine Tiefe 2"00, um nach einer möglichen Verſchlämmung von 0"40 den Schiffen noch ein Fahrwaſſer von 1"60 bieten zu können.

Die Schleuſe befindet ſich wie die bei Cumieres am Ende des Durchſtiches und beſteht wie dieſe aus zwei gemauerten mittelſt einer abgepflaſterten Kammer verbundenen Häuptern, deren Krone 1"00 über den Hochwaſſern ſich befindet. Der Drempel des Oberhauptes liegt 0"60 unter der Sohle des Durchſtiches und 0"91 über dem geſtauten Unterwaſſer, der Drempel des Unterhauptes 1"70 unter demſelben.

Bei der Fundirung dieſer Schleuſe beobachtete man dasſelbe Verfahren wie bei Cumieres. Nachdem man die Baugrube ausgehoben, fing man an, jeden der für die Häupter beſtimmten Plätze mit einer Spundwand zu umgeben, welche von der äußeren Wand des zu errichtenden Mauerwerkes ſo weit entfernt war, um das ſpätere Aufführen eines Fangdammes zu geſtatten. Nun baggerte man im Innern dieſer Einfaſſung, indem man zugleich ſenkrecht auf die Richtung des Durchſtiches die bekannten 0"60 tiefen Streifen aushob, welche einerſeits die Fundament-

Digitized by Google

ſchichte beſſer mit dem Erdreich zu verankern, anderſeits ſich dem Durchſickern des Waſſers zu widerſetzen die Beſtimmung haben. Das Baggern wurde auf die gewöhnliche Weiſe mit Hülfe eines großen, mit einem netzartigen Sacke verſehenen eiſernen Löffels — dem Handbagger oder Kratzer — von 2 bis 3 Männern von einem Kahne aus bewerkſtelligt.

Nachdem das Baggern beendigt war, goß man mit Hülfe eines großen mittelſt einer Winde auf und abbewegten Kaſtens eine Lage von Beton in den ganzen von der Spundwand eingeſchloſſenen Raum und umgab jede der Stellen, auf welcher die zwei Mauern des Oberhauptes aufgeführt werden ſollten, mit einem 0"20 breiten Kranze von Beton, welcher flußabwärts 1"85, flußaufwärts 1"25 über der erwähnten Lage erhöht war. Auf dieſem Kranze errichtete man einen Fangdamm, welcher 0"80 über das Niederwaſſer gehoben wurde. Der zwiſchen den Böſchungen der Baugrube und dem Fangdamme befindliche Raum wurde mit geſtampfter Thonerde ausgefüllt. Dieſe Einrichtung theilte die Baugrube in drei von Fangdämmen eingeſchloſſene Räume und geſtattete, die Arbeiten der beiden Mauern des Oberhauptes unabhängig von deſſen Boden ausführen zu können; eine Einrichtung, deren Zweckmäßigkeit ſich bald bewährte. Denn es geſchah, daß trotz der Vorſichtsmaßregeln, welche man getroffen, mittelſt eines rings um die Baugrube geführten Rinnſales das von dem Durchſtich kommende Waſſer abzuleiten, der eiligſt und mit mangelhaftem Material angefertigte Beton an zwei Orten durchſtoßen wurde. Als man daher anfing auszuſchöpfen, konnte man das Mauerwerk der beiden Häupter bequem auf dem errichteten Fangdamme beginnen, konnte aber nicht aus dem Raume des eingeſchloſſenen Bodens das Waſſer entfernen, ohne zuvor die zwei Oeffnungen, durch welche das Waſſer drang, mit Röhren einzuſchließen, in welchen das zu Tage tretende Waſſer aufwärts ſteigt, um an deren Mündung mittelſt Rinnen abgeleitet zu werden. Nachdem man auf dieſe Weiſe ſich des durch die Oeffnung des Betons hervordringenden Waſſers entledigt hatte, konnte man den Raum des Bodens vom Oberhaupte ausſchöpfen und das Mauerwerk beginnen.

Nachdem das Mauerwerk der zu gleicher Zeit in Angriff genommenen Häupter (bei dem Unterhaupte hatte man denſelben Uebelſtand wie bei dem Oberhaupte zu überwinden) beendigt war, baggerte man die Kammern auf eine Tiefe von 0"60 unter der Kante der Steinböſchung aus. Dieſer Raum wurde mit Steinen ausgefüllt, die den Boden der Kammer bilden ſollten. Die an den Boden ſich ſtützenden Böſchungen wurden gepflaſtert und ruhen auf einer 1"0 dicken Betonlage. Um den Beton trotz der Steigung der Böſchung auf die gewünſchte Höhe gießen zu können, hatte man eine mit derſelben parallele Wand angebracht, ſo daß dieſe mit der Böſchungsebene genau den Raum einſchließt, welcher von der Betonlage eingenommen werden ſollte. In dieſe Art Kaſten ward nun der in Schubkarren zugeführte Beton geſchüttet.

Als die Arbeit ziemlich weit gediehen und die Schleuſenkammer ihrer Vollendung nahe kam, konnte man die Thore der Häupter einſetzen. Zu dieſem Zwecke mußte man die Oeffnungen zuſtopfen, in welchen noch immer die das Waſſer ableitenden Röhren ſtaken. Man entfernte daher die Röhren, wühlte rund um die Oeffnungen des Betons dieſelben mittelſt zugeſpitzter Eiſenſtangen auf, und ließ das nun frei hervordringende Waſſer bis zur Höhe des Flußſpiegels ſteigen, um die Gegenpreſſungen zu vermeiden. Endlich goß man Cement in die Oeffnungen des Betons, welcher, ſofort zu Stein erhärtend, dieſelben vollkommen zuſtopfte. Hierauf ließ man die Thore auf 2 Balken den Böſchungen des Durchſtiches entlang ins Waſſer gleiten, von welchem ſie getragen und leicht an den für ſie beſtimmten Platz in einer ſolchen Stellung bewegt werden konnten, daß die Wendeſäule mit ihrem Zapfen genau über die Pfanne zu ſtehen kam, welche im Boden der Wandniſche eingelaſſen iſt. Der wagrecht liegende Thorflügel wurde nun mittelſt Winden gehoben, in eine ſenkrechte Stellung und genau über die Thorniſche gebracht und nun mit Leichtigkeit hinabgelaſſen. Sobald der Zapfen in der Pfanne ſaß, wurde das Halsband der Wendeſäule umgelegt und an der Mauerflucht befeſtiget. Auf dieſelbe Weiſe führte man den zweiten Thorflügel ein.

Die Thore des Unterhauptes wurden den Böſchungen des Fluſſes entlang hinabgelaſſen und mit denſelben Vorſichten an Ort und Stelle gebracht.

Brücke über den Durchſtich.

Die auf Blatt **163** abgebildete Bogenbrücke dient als Typus für die im Seinedepartement über Durchſtiche zu bauenden Brücken.

Digitized by Google

Dieſe Bogenbrücke iſt aus 0"015 ſtarkem Eiſenblech erbaut, hat eine Spannweite von 21"00, eine Pfeilhöhe von 2m68 und eine Breite von 4"50 zwiſchen den Geländern, wovon 3m40 auf die Fahrbahn und 1m70 auf die zu beiden Seiten befindlichen Fußſtege entfallen.

Das Gerippe der Brücke wird von zwei 2"30 von einander abſtehenden Segmentbogen und 22 in einer Entfernung von 1"014 voneinander gelegten ſchmiedeiſernen, doppelt ⊤ förmigen Querträgern gebildet. Erſtere entſtehen aus der Verbindung eines 0"16 hohen doppelt ⊤ förmigen Längenträgers und einer 0"25 hohen doppelt ⊤ förmigen Bogenrippe. Beide Theile vereinigen ſich in der Mitte der Oeffnung zu einem einzigen 0m25 hohen Träger, der, nach rechts und links an Höhe zunehmend, ſich endlich in die früher erwähnten zwei Theile abzweigt, welche durch eine Reihe von Streben und Gegenſtreben verſteift ſind, deren Querſchnitt aus Figur 5 und 6 erſichtlich iſt. Jede Strebe bildet mit der Gegenſtrebe ein nahezu gleichſchenkliges Dreieck, deſſen Schenkel an dem Längenträger ihren Unterſtützungspunkt je unter einem Querträger (Fig. 1) finden, während deſſen Scheitel an der Bogenrippe in einem Punkte befeſtigt iſt, welcher der Durchſchnitt der aus der Mitte der Baſis des Dreieckes gefällten Senkrechten mit der oberen Begrenzungslinie der Bogenrippe iſt. Die zwei auf erwähnte Weiſe zu einem Ganzen vereinigten Segmentbogen werden miteinander durch eine Reihe von Diagonalkreuzen und Diagonalſtreben verbunden. Die Diagonalkreuze liegen in der Ebene der Streben und werden daher, weil von den letzten verdeckt, in der Anſicht nicht geſehen. Der Querſchnitt (Fig. 2) zeigt die Anordnung und Verbindung derſelben mit den Längenträgern und Bogenrippen. Die Diagonalſtreben verbinden je die Längenträger und Bogenrippen der nebeneinander ſtehenden Segmentbogen mit einander. Sie verbinden die Längenträger in den Auflagepunkten der Querträger und die Bogenrippen in den Scheiteln der von den Streben und Gegenſtreben gebildeten Dreiecke. Dieſe Diagonalſtreben kreuzen ſich nicht, ſondern bilden im Grundriſſe eine Reihe von Dreiecken, deren Baſen von den Theilen der Längenträger und Bogenrippen gebildet werden.

Die zwei Segmentbogen tragen 22 1,014 von einander abſtehende doppelt ⊤ förmige Querträger, welche von zwei mit Rippen verſtärkten Seitenplatten gehalten werden, deren jede mittelſt 2 Schrauben an das obere ⊤ der Längenträger befeſtiget iſt (Fig. 2 und 3). Dieſe Querträger tragen nur den Bohlenbelag der Brücke, welcher auf unveränderliche Weiſe mit demſelben befeſtigt wird. Die zwei die Fahrbahn einſchließenden Längenbalken von mächtigem Querſchnitt befinden ſich in der Ebene der Segmentbogen und ſind an die obere Decke der Seitenplatten geſchraubt, welche Quer- und Längenträger miteinander verbinden. Die beiden Fußſtege werden durch Bohlen gebildet, welche auf den eben erwähnten 2 Längenbalken und 2 anderen denſelben parallelen hochkantigen Balken ruhen. Letztere werden von den Querträgern getragen und mit denſelben mittelſt Winkeleiſen befeſtigt. Die die Längenbalken durchdringenden Schraubenbolzen befeſtigen zu gleicher Zeit den Fuß des Geländers an erwähnte Winkeleiſen. Die Fahrbahn wird durch hölzerne Längen- und Querbalken gebildet, deren erſte auf die in Fig. 7 angedeutete Weiſe an das obere ⊤ der Querträger befeſtigt wurde. Nägel heften die Querbalken, welche die Fahrbahn bilden, an die Längenbalken.

Der Preis der auf dieſe Weiſe konſtruirten Brücke beläuft ſich ungefähr auf 15000 Franken.

Was das Gerinne mit einem Reinigungsbecken betrifft, ſo waren die Arbeiten voriges Jahr während der Zeit meines Beſuches nicht ſoweit gediehen, um irgend etwas Erhebliches bieten zu können.

Was mich beſonders bei der Ausführung dieſer Waſſerbauten überraſcht hat, war die Einfachheit des Verfahrens bei den Fundirungen und das wenige Ausſchöpfen in Folge der Fangdämme, welche zugleich mit der unter ihnen liegenden undurchdringlichen Schichte aus Beton aufgeführt wurden, die man vor den ſchädlichen Einflüſſen des Unterwaſchens durch ſehr dichte und ſorgfältig konſtruirte Spundwände geſichert hatte. Es gelang auf dieſe Art vollkommen waſſerdichte Fangdämme bis auf eine Tiefe von 1"50—2"00 zu bilden. Den von denſelben gebildeten Raum befreite man durch höchſtens zwei Letestu'ſche Pumpen vom Waſſer und konnte nun mit voller Sicherheit die Maurerarbeiten beginnen.

Böm ches,
Eleve der Ecole des Ponts et Chauſſées zu Paris.

Digitized by Google

Das Arsenal des österreichischen Lloyd in Triest.

(Nebst Zeichnungen auf Blatt 129 bis 134.)

Der österreichische Lloyd ward im Jahre 1833 nach dem Muster des londoner Lloyd von dem noch jetzt die 1. Sekzion dieser Gesellschaft bildenden Verein der Versicherungskammern auf Veranlassung des jetzigen österr. Handelsministers Hrn. Frhrn. v. Bruck, der auch die Direkzion des neuen Institutes übernahm, begründet, und hatte zunächst den Zweck, das Versicherungswesen in Triest mehr zu koncentriren. Es wurde damit in der Folge die Begründung von literarischen Organen verbunden, welche namentlich den Interessen des Handels und der Schifffahrt gewidmet waren, und zu diesem Behufe wurden Korrespondenzen mit den bedeutendsten Handelsplätzen mittelst eigener Agenten ins Leben gerufen. Eine zweite Sekzion ward im Jahre 1836 begründet, welche sich ausschließlich dem Dampfschifffahrtsbetriebe widmet. Sie begann ihre Wirksamkeit zur See am 15. Mai 1837, an welchem Tage der erste in London gebaute Dampfer „Erzherzog Ludwig" seine Eröffnungsfahrt nach Konstantinopel unternahm. Am 29. Juni 1837 erfolgte die Uebernahme der bis dahin von einer englischen Gesellschaft unterhaltenen Lokalverbindung zwischen Triest und Venedig. Im Jahre 1838 ward die Linie zwischen Triest und Ankona eröffnet und eine regelmäßige Verbindung mit den dalmatiner Häfen hergestellt. Die vorzüglichsten Hafenplätze der istrischen Halbinsel wurden im Jahre 1840 in den Bereich der Thätigkeit des Lloyd gezogen, und 1843, nach Abschluß eines Postvertrages mit der königl. griechischen Regierung, wurde den Verbindungen mit Griechenland und der Levante eine größere Ausdehnung gegeben. Zufolge eines Vertrages mit der k. k. privilegirten Ersten Donaudampfschifffahrtsgesellschaft übernahm der österreichische Lloyd im Jahre 1845 die Verbindung zwischen Konstantinopel und den Donauhäfen, wie auch im schwarzen Meere. Am 3. Mai desselben Jahres ward die Unternehmung mittelst Allerhöchster Entschließung als den k. k. Staatspostanstalten angehörend erklärt und ihr dadurch der Genuß aller jener Vortheile zugewendet, welche diesen Anstalten ausschließlich zustehen. Die Verbindung mit Alexandrien und die Beförderung der englisch-ostindischen Ueberlandpost über Triest bildeten seit 1846 ein Hauptaugenmerk des österreichischen Lloyd. Am 18. Mai 1844 ward die Linie nach Alexandrien eröffnet. — Die Einrichtung der Podampfschifffahrt, die Verbindung mit Malta und Messina, die Errichtung einer direkten Schnellfahrt zwischen Triest und Konstantinopel und der eben jetzt ins Leben getretene Beginn der Fahrten nach Marseille und Barcelona geben Zeugniß, daß auch in den letzten Jahren eine stete Vergrößerung des Geschäftsbetriebes dieser Sekzion stattgefunden hat, welcher durch die Eröffnung des Schienenweges bis Triest einen neuen mächtigen Impuls erhält. Dies fortwährende Zunehmen des Verkehrs, in Folge dessen die Zahl der Dampfboote im ersten Decennium auf 20, und nach Ablauf weiterer 10 Jahre auf 68 (mit einem Werthe von 13,261,000 Gulden) gestiegen, hatte schon seit geraumer Zeit die Nothwendigkeit eines größern, den Anforderungen der Zeit entsprechenden Arsenales zur Erzeugung und Ausbesserung des Materiales an Schiffen und Maschinen herausgestellt, und nachdem die kaiserliche Regierung zu diesem Zwecke der Gesellschaft eine geeignete Meeresstrecke in der Bucht von Servola bei St. André überlassen hatte, ward am 31. Mai 1853 durch Seine kaiserliche Hoheit den durchlauchtigsten Herrn Erzherzog Ferdinand Maximilian der Grundstein des neuen Arsenals und zwar an jene Stelle gelegt, über die sich das Monument erhebt, von welchem später die Rede sein wird.

Wenn gleich der für das neue Arsenal gewählte Bauplatz nicht in der unmittelbaren Nähe von Triest liegt, so ist seine Lage doch eine ganz vortreffliche, und es können die Materialien für den Schiffs- und Maschinenbau mit Bequemlichkeit sowohl von der Landseite als vom Meere aus, das hier eine geeignete Tiefe zur Anlegung von Schiffen hat, herbeigeschafft werden. Der Bauplatz mußte theilweise dem Meere durch Erdausfüllung abgewonnen werden und hat dadurch eine solche Gestalt erhalten, daß er an drei Seiten vom Meere umspült wird, während die vierte oder nordöstliche Seite an die vorbeiführende Landstraße grenzt.

Die Länge des ganzen Terrains, das von dem Arsenal eingenommen wird, beträgt 283° und die Breite in der Mitte 80°. Die Höhe des Bauplatzes an der Ufermauer

Digitized by Google

iſt 6′ über dem Nullpunkt des Meeres und ſteigt von hier bis zum Stiegenhauſe um 3′, wo ſich die Landſtraße um 18 Fuß über den Bauplatz erhebt.

Die ganze Anlage (Blatt **129**) zerfällt in zwei Theile, nämlich in den links gelegenen Theil für die Schiffswerfte und dazu gehörige Gebäude, und in jenen Theil rechts, welcher zur Anfertigung und Reparatur der Dampfmaſchinen und Keſſel beſtimmt iſt. Zwiſchen dieſen beiden Gebäudekomplexen erhielt das Adminiſtrazionsgebäude ſeinen Platz, das die Bureaux und Wohnungen für die Beamten enthält, und hinter dieſem liegt an der Landſtraße das Stiegenhaus oder das Eingangsgebäude, das zur Erleichterung der Kommunikazion nach außen errichtet wurde und mit dem Adminiſtrazionsgebäude in Verbindung ſteht. Die Landſtraße iſt durch ſtarke Futtermauern geſtützt, woran ſich ihrer ganzen Länge nach Gebäude anlegen, die auf einer Seite für die Schiffswerfte als Magazine und Werkſtätten, auf der andern Seite aber für die Maſchinenwerkſtätten als Magazine zur Aufbewahrung der zu ihnen gehörigen Sachen benutzt werden. Die Anlage dieſer an den Futtermauern gelegenen Gebäude iſt ſo ausgeführt, daß zwiſchen beiden Einfahrten des Etabliſſements eine gerade Straße erzielt wurde.

Zum Schutz der für den Bau und die Reparatur der Schiffe erforderlichen Anlagen iſt an der weſtlichen Seite des Bauplatzes ein Molo angelegt worden.

Das Erdgeſchoß der Magazine in der Nähe des Landungsplatzes iſt für die Aufnahme und das Abwägen der ankommenden Materialien beſtimmt, welche von hier aus nach den betreffenden Magazinen, die rechts und links vom Adminiſtrazionsgebäude an der Futtermauer liegen, geſchafft werden.

Auf dem freien Platze vor dieſen Magazinen und im Angeſichte des Adminiſtrazionsgebäudes iſt ein Monument in Form einer Roſtralſäule von weißem Kalkſtein errichtet worden, an welchem unten die Welttheile durch vier Figuren dargeſtellt ſind, während Neptun mit ſeinem Dreizack die Säule bekrönt. Unter dieſem Monument liegt der im Jahre 1853 gelegte Grundſtein.

Die verſchiedenen Werkſtätten für die Anfertigung und Reparatur der Maſchinen wurden ſo angelegt, daß alle Maſchinentheile nach dem Aufſtellungsgebäude auf Eiſenbahnen geſchafft werden können. Um den Transport der großen Keſſel ſo viel als möglich zu erleichtern, erhielten die Keſſelſchmieden ihren Platz in der Nähe des Meeres. Zwiſchen den Keſſelſchmieden und den Drechslerwerkſtätten wurden die Gebäude für die Betriebsmaſchinen errichtet.

Aus Blatt **129** geht die allgemeine Anordnung der Gebäude hinlänglich hervor; nur das ſei noch bemerkt, daß rechts und links vom Eingangsgebäude Höfe mit Stallungen und Abtritten liegen.

Außer dieſem Terrain beſitzt der öſterreichiſche Lloyd an der weſtlichen Seite am Meere einen Platz, auf welchem Kohlen- und Holzmagazine errichtet werden ſollen, und auf der nordöſtlichen Seite, dem Arſenale gegenüber, ein anderes Terrain, das zu Gebäuden mit Wohnungen für 2000 Arbeiter, die bei dieſem großartigen Etabliſſement beſchäftigt ſind, beſtimmt worden iſt.

Auf Blatt **130** ſind die Anſicht des Einganges oder des Stiegenhauſes und die Grundriſſe desſelben, ſo wie des Adminiſtrazionsgebäudes dargeſtellt. Das Stiegenhaus hat drei Stockwerke mit zwei von Kalkſtein aufgeführten und von eiſernen Bogen getragenen Treppen, von denen die eine zum Hinuntergehen, die andere zum Hinaufgehen beſtimmt iſt. Der zweite Stock enthält eine kleine Kapelle; alle übrigen Räume in dieſem wie im Erdgeſchoß werden als Magazine für verſchiedene kleine Gegenſtände benutzt. Im dritten Stock finden wir den Eingang von der Landſtraße her, wie er ſich in Fig. 1 auf dieſem Blatte darſtellt. Rechts und links von dem Flur iſt eine Pförtnerwohnung und über derſelben eine Terraſſe, deren Brüſtungsmauern an jeder Ecke mit einem aus weißem Kalkſtein gearbeiteten Löwen geziert ſind. Von der Terraſſe aus erhebt ſich der Thurm, welcher von ſeiner Höhe eine weite Ausſicht über das adriatiſche Meer gewährt und zur Signaliſirung der Schiffe dienen kann. Die Uhr dieſes Thurmes hat auf allen Seiten desſelben ihre Zifferblätter.

Das Adminiſtrazionsgebäude hat vier Stockwerke und ein gewölbtes Kellergeſchoß für die in dieſem Gebäude wohnenden Beamten. Im Erdgeſchoß tragen acht marmorne Säulen (Blatt **132**) die gewölbte Decke des geräumigen Veſtibules, in welchem die Arbeiter ausgezahlt werden, und an daſſelbe ſtoßen die Bureaux an, die auf dem Grundriſſe (Blatt **129**) angegeben ſind. Das erſte Stockwerk enthält die Wohnung für den Schiffsbaumeiſter und einen Zeichnenſaal, der durch eine kleine Treppe mit dem zweiten Stock, der von dem Maſchinenmeiſter bewohnt wird, in Verbindung ſteht. Im dritten

Digitized by Google

Stock liegt die Wohnung des Adminiſtrators. Die Verbindung der verſchiedenen Stockwerke wird durch eine ſteinerne Treppe vermittelt, und zur Bequemlichkeit der Bewohner iſt in allen Etagen der Treppe gegenüber ein Raum mit einem Watercloſet angebracht. Die Korridore werden durch einen Lichthof erhellt, der mit einem Glasfenſter bedeckt iſt. Mit dem Stiegenhauſe ſo wie mit den an beiden Seiten liegenden Werkſtätten iſt das Adminiſtrazionsgebäude durch Gänge, unter denen ſich überwölbte Durchfahrten befinden, in Verbindung geſetzt.

Die Anſicht des Adminiſtrazionsgebäudes gegen das Meer hin iſt auf **Blatt 130** und der Durchſchnitt dieſes Gebäudes nebſt ſeiner Verbindung mit dem Stiegenhauſe, ſo wie der Durchſchnitt des letzteren und ſeines Thurmes auf **Blatt 132** dargeſtellt.

Sämmtliche Baulichkeiten wurden von Bruchſteinen mit einer Bekleidung von weißen Kalkſteinquadern, die in der Nähe von Pola gebrochen werden, ausgeführt; alle Treppen ſind von Stein hergeſtellt, die eiſernen Säulen wurden in England gegoſſen; ſämmtliche Gebäude ſind mit Schiefer gedeckt.

Bei dem Umſtande, daß der größte Theil des Bauplatzes aus aufgefülltem Boden beſteht, mußten die Gebäude, in welchen ſich die Maſchinenwerkſtätten befinden, auf einen Roſt von neunzölligem Eichenholz geſetzt werden, deſſen Pfähle mit Schuhen armirt wurden und eine Länge von 6 bis 40 Fuß, je nach der Neigung des Meerbodens, erhielten. Das Mauerwerk über dem Roſte wurde aus großen Bruchſteinen mit Santoriumörtel aufgeführt.

Da der Rundbogenſtil für ſolche Anlagen wie das Etabliſſement des öſterreichiſchen Lloyd am charakteriſtiſchſten ſein dürfte, ſo wurde derſelbe um ſo lieber gewählt, als hier ſehr breite Thoröffnungen vorkommen, welche durchaus überwölbt werden mußten, was füglich am ſolideſten durch Vollkreisbogen bewirkt werden konnte.

Was nun die ſpeciellere Darſtellung der hauptſächlichſten Theile dieſer ganzen Anlage betrifft, ſo beginne ich mit dem, dem Molo an der weſtlichen Seite zunächſt gelegenen Dock oder Trockendock, welches 300 Fuß lang und bei der Einfahrt am Meere 60 Fuß breit iſt. Dieſer von einem Schwimmthore geſchloſſenen Einfahrt gegenüber befindet ſich eine Treppe, die auf beiden Seiten eine geneigte Ebene hat, auf der das Holz hinunter geſchleift wird, zu welchem Zwecke auf jeder Seite dieſes Docks zwei Krahne aufgeſtellt ſind.

Der neben dieſem Dock gelegene Slip oder Morton-Slip für die Reparatur der Schiffe iſt eine geneigte Ebene von 570 Fuß Länge mit einer Breite von 60 Fuß an der Einfahrt. Der untere Theil dieſes Slip, der auch als Dock gebraucht werden kann, wird durch ein Schwimmthor von gleicher Größe und Form als das des Docks geſchloſſen.

Der Schiffsbidding hat eine Länge am Ufer von 300 Fuß und eine Breite von 230 Fuß, folglich einen Raum für 5 bis 6 Schiffe. Der freie Raum zwiſchen ihm und den gegenüberliegenden Werkſtätten iſt ein Arbeitsplatz von 190 Fuß Breite.

Das obere neben dem Schiffsbidding liegende mit „Magazin" bezeichnete Gebäude beſteht aus dem Erdgeſchoß mit Werkſtätten für die Schiffszimmerleute nebſt einem Zimmer für den Schiffsbaumeiſter, und dem obern Stock, der von Pfeilern getragen wird, die aus einem Stein beſtehen und durch Bogen miteinander verbunden ſind, worauf die Balken gelagert wurden. Die Räume des oberen Stockes bilden den Konſtrukzionsſaal, wo man die einzelnen Theile des Schiffes auf dem Reißboden in natürlicher Größe aufzeichnet.

Da die Front der gegenüberliegenden Werkſtätten in ſchiefer Richtung mit der Futtermauer zuſammenfällt, ſo wurde die Bedachung dieſer Gebäude in mehrere kleine Dächer getheilt, die ſenkrecht zur Frontmauer gerichtet ſind, ſo daß ſie an der Faßade nebeneinander liegende Giebel bilden und auf ſteinernen durch Bogen verbundenen Pfeilern ruhen; die Mitte und beide Endpartien ſind gewölbt und um ein Stock höher als der übrige Theil. Hier ſind die aus Keſſelblech konſtruirten Waſſerbehälter aufgeſtellt, von wo das Waſſer zu den Maſchinenwerkſtätten geleitet wird. Die auf dem Plane mit „Segelmacher und Maler" und „Tiſchler und Faßbinder" bezeichneten Gebäude ſind im untern Stock Depots für Stricke, Segeltuch und andere zur Schiffsausrüſtung gehörenden Gegenſtände. Die zwei daneben liegenden Gebäude enthalten Werkſtätten für Schiff- und Kleinſchmiede. Das fünfte dieſer Gebäude faßt die Dampfmaſchine in ſich, welche zum Aufziehen der Schiffe auf den Slip dient; auch iſt in dem hintern Theile dieſes Gebäudes eine Sägemühle. Ein Pumpwerk, das mittelſt einer Röhre mit dem Dock in Verbindung ſteht, dient zur Auslee-

Digitized by Google

rung des Wassers aus dem letztern. Sowohl dieses Gebäude als die beiden rechts daneben liegenden haben an der Vorderseite zwei Stockwercke, auf der hintern Seite aber nur eines, damit man von der hier bedeutend sich abschrägenden Landstraße nicht auf die Dächer hinunter steigen kann. Die hier gedachten 5 Gebäude sind durch Bogenhallen miteinander verbunden, die außer zur Kommunikazion bei schlechtem Wetter als Arbeitsplätze benutzt werden. Die Höfe zwischen diesen Gebäuden dienen zur Aufbewahrung von verschiedenen zu Schiffen gehörigen Gegenständen; auch enthalten sie Cisternen. Das mit „Holzdepot" bezeichnete Gebäude wurde wie die vorigen ebenfalls an der Futtermauer nur ein- und an der Vorderseite zweistöckig; im Erdgeschoß desselben ist ein freier Raum, der als Werkstätte für Mastbäume benutzt wird; im obern Stock werden leichtere Gegenstände aufbewahrt.

Von dem daneben liegenden Gasometer werden sämmtliche Werkstätten und das ganze Terrain beleuchtet.

Ich gehe nun zu jenem Theil der Anlage über, welcher rechts von dem Administrazionsgebäude liegt und die Werkstätten für die Anfertigung und Reparatur der Maschinen enthält. Neben dem Kohlenmagazin, welches an der östlichen Seite des Arsenals hart am Meere liegt, damit die Kohlen mittelst einer Winde leicht in den obern Stock hinaufgeschafft und von dort durch Oeffnungen zum Gebrauch in das Erdgeschoß wieder hinunter geworfen werden können, liegt die Eisengießerei mit vier paarweise zusammenstehenden Kupolöfen (Blatt **133**), zu deren Gichten von außen eine eiserne Treppe hinaufführt. Zwei dieser Oefen haben je einen Durchmesser von 3' 4" engl. für eine stündliche Produkzion von 70 Ctrn.; der dritte Ofen hat einen Durchmesser von 2' 6" und eine Produkzion von 40 Ctr. pro Stunde, während der vierte in derselben Zeit 20 bis 24 Ctr. erzeugende Ofen 2' im Durchmesser stark ist. Der für den innern Betrieb dieser Eisengießerei konstruirte Wagenkrahn besteht aus Eisenblech und hat eine Tragkraft von 20 Tonnen; er wird eben so wie der auf 3 Tonnen berechnete Flammenofen für den Metallguß zugleich von der Messinggießerei benutzt. Den Kupolöfen gegenüber liegt die Grube zum Gießen größerer Gegenstände, die vermittelst der an senkrechten und mit der Mauer verankerten Säulen angebrachten für je 10 Tonnen Last berechneten Krahne gehoben werden. Die beiden Trockenöfen zur Lehm- und Sandförmerei haben eine gemeinschaftliche Feuereſſe.

Die Messinggießerei (Blatt **133**) hat 6 Tiegelöfen mit einem eigenen Schornstein, und, um von der Eisengießerei nicht abhängig zu sein, einen besondern Trockenofen; auch findet man daselbst Räume für einen Dampfofen, eine Dampfmaschine und zu den Windflügeln.

Durch eine Durchfahrt getrennt folgen auf die Messinggießerei die durch zwei Stock gehenden Schmiedewerkstätten mit einer innern Galerie, die auf eisernen Säulen ruht, zwischen welchen die Schaufelräder der Dampfschiffe zum Repariren aufgehängt oder daselbst zusammengesetzt werden.

An die Kupferschmiede anstoßend liegt ein dreistöckiges Gebäude, im Erdgeschoß mit einer Durchfahrt und an jeder Seite derselben mit einem Zimmer für den Drechsler- und Schmiedemeister, so wie mit einem Zimmer zur Aufbewahrung verschiedener Werkzeuge. Eine steinerne Treppe führt zu den beiden obern Stockwerken, wo sich im zweiten Stock Werkstätten für den Modelltischler, im dritten Stock aber eine Modellsammlung befindet. Auf beiden Ecken wird dieses Gebäude von zwei 80 Fuß hohen Schornsteinen umfaßt, welche den von den Dampfkesseln der Betriebsmaschinen unter der Erde zu ihnen strömenden Rauch ableiten. Da dieses Gebäude höher als die rechts und links daran anstoßenden ist, so kann man von seinem Dache zu den Dächern der letztern gelangen.

Diesem Gebäude zunächst betreten wir die Drechslerwerkstätten, in deren unterm Geschoß sich die großen Drehbänke befinden; oben zwischen den eisernen Säulen sind horizontal laufende Krahne aufgestellt, mit denen die schwereren Gegenstände von der auf dem Fußboden laufenden Eisenbahn zu den Drechslerbänken geschafft werden. Die kleinern Drehbänke sind im obern Geschoß. Querschnitt und Längenschnitt dieses Gebäudes sind auf Blatt **134** dargestellt.

Im rechten Winkel schließt sich an die Drechslerwerkstätten das Aufstellungsgebäude an, wovon wir auf Blatt **134** einen Querschnitt und einen Längenschnitt erblicken. Der Raum zur Aufstellung der Maschinen geht durch beide Stockwerke und hat eine Galerie mit einem quer darüber laufenden Wagenkrahn, ähnlich dem in der Eisengießerei. An jeder Ecke dieses Raumes liegen Kamine, und an dem nördlichen Giebel des Gebäu-

Digitized by Google

des befinden sich Zimmer für den Maschinisten und darüber für den Maschinendirektor.

Mit dem Aufstellungsgebäude steht durch einen Gang das Magazin in Verbindung, von dem schon früher die Rede war und in dessen unterm Stock alle jene Gegenstände vorläufig aufbewahrt und gewogen werden, die für die Verarbeitung in den Werkstätten bestimmt sind. Für den Magazinaufseher ist ein Zimmer vorhanden, und die demselben gegenüber liegende Treppe führt in das obere Geschoß, wo die Tischlerwerkstätten ihren Platz haben. Gleiche Einrichtung und Bestimmung hat das gegenüberliegende Magazin in der Nähe der Schiffswerfte.

Vor dem Mittelgebäude der Drechsler- und Schmiedewerkstätten liegt das Dampfmaschinengebäude, das zwei Dampfapparate von je 25 Pferdekraft enthält. Die Transmission nach der Kesselschmiede, den Drechsler- und Schmiedewerkstätten findet unter der Erde statt. Im mittlern Theil des Gebäudes befindet sich ein Wasserbehälter zur Speisung der Dampfkessel.

Gegenüber von diesem Gebäude liegen gegen die Seeseite die Kesselschmieden. Der erste Raum links ist das Dampfhammergebäude mit zwei Stockwerken und im Innern mit einem durch beide Etagen durchgehenden Raum, in welchem die Dampfhammer nebst den dazu gehörigen Glutöfen und Krahnen ihren Platz haben. Daneben liegen nach der im Plane auf Blatt **129** angegebenen Anordnung die Kesselwerkstätten und Magazine, und zwar die beiden mittleren Räume für größere und der östliche für kleinere Kessel. In jedem der beiden ersten Werkstätten erleichtern zwei Wagenkrahne, nämlich der eine für die Anfertigung der Kesseltheile, der andere zur Zusammensetzung derselben, in dem letztern aber nur ein solcher Apparat den Betrieb. Die drei Magazine zwischen und neben den Kesselschmieden sind mit Glas bedeckt und dienen zur Aufbewahrung der fertigen Dampfkessel, die auf einer Eisenbahn nach den Krahnen am Ufer zur Einschiffung gebracht werden. —

Nachdem ich in den Jahren 1845 und 1846 die Hafenbauten bei Lutraki, so wie die Logirhäuser und anderen Gebäulichkeiten ausgeführt hatte, welche die Gesellschaft des österreichischen Lloyd für die Landpassage über den Isthmus von Korinth für nothwendig erachtete, wurde mir die ehrenhafte Aufgabe zu Theil, die Entwürfe zum Bau des hier beschriebenen Arsenals auszuarbeiten. Ich erhielt den Auftrag, eine Reise nach den bedeutendsten Seeplätzen Europa's zu machen, um die besten Einrichtungen für den Bau und die Reparatur der Dampfschiffe kennen zu lernen. Nach meiner Rückkehr begann ich die Ausarbeitung der Baupläne und war damit so weit gediehen, daß das Trockendock und der Slip begonnen werden konnten, als mich eine schwere Krankheit heimsuchte, die mich mehrere Monate an das Bett fesselte. Um den Fortgang des Baues nicht zu stören, wurde dem Oberingenieur Herrn Eduard Heider die Leitung der angefangenen Bauten übergeben; nach Herstellung meiner Gesundheit aber vollendete ich den von mir angefangenen Entwurf des Gesammtbaues, und im Anfange des Jahres 1854 konnte ich mit der Ausführung der Hochbauten beginnen. Durch meinen im Jahre 1857 erfolgten Eintritt in den dänischen Staatsdienst wurde ich an der Vollendung der Baulichkeiten behindert. Bei meinem Abgange von Triest hatte ich mit Unterstützung des Ingenieurs Hrn. Frümel, dessen Kenntnisse und Eifer ich stets mit der größten Dankbarkeit gedenken werde, folgende Bautheile ausgeführt:

Die Magazine der Schiffswerfte an der Futtermauer waren ganz vollendet, das Konstrukzions- und das Aufstellungsgebäude waren es bis zum Dache; das Administrazionsgebäude, die Drechsler- und Schmiedewerkstätten waren bis zum ersten und der Thurm an der Landstraße bis zum obersten Stock aufgeführt; für alle übrigen Gebäude waren die Fundamente theils vollendet, theils in der Ausführung begriffen.

Bei meiner Ende März 1857 erfolgten Abreise überlieferte ich den ganzen Entwurf nebst den Detailzeichnungen in die Hände des Herrn Oberingenieurs Heider, welcher die Wasserbauten von Anfang an geleitet und den Slip ganz vollendet hatte, nun aber mit der Ausführung sämmtlicher Bauten betraut wurde; von dem Verwaltungsrath der österreichischen Lloydgesellschaft aber erhielt ich die gütige Versicherung, daß alle und sämmtliche Gebäude dieser Anlage nach meinen Plänen ausgeführt werden sollten.

Christian Hansen,
königl. dänischer Professor der Architektur.

Digitized by Google

Pränumerazions-Einladung.

Die unter der Mitwirkung der geachtetsten Fachmänner seit dem Jahre 1836 erscheinende **„Allgemeine Bauzeitung"** vollendete mit dem erschienenen letzten Hefte des Jahres 1857 ihren zweiundzwanzigsten Jahrgang und erfreut sich der Theilnahme aller Kunst- und Wissenschaftsnotabilitäten nicht allein in allen Ländern, wohin die deutsche Zunge reicht, sondern auch in Italien, Frankreich, England, Rußland und Amerika. Der Herausgeber schmeichelt sich darin den unumstößlichen Beweis zu finden, daß sein Unternehmen als ein nützliches und zeitgemäßes aufgenommen worden ist, und er wird daher das bisher vor Augen gehabte Ziel, die Ausbildung und Erweiterung der Bauwissenschaften in ihrem ganzen Umfange, auch fernerhin unausgesetzt verfolgen, obgleich die Erreichung desselben mit Schwierigkeiten und mancherlei Opfern in einer Zeit verbunden ist, in welche sich die Anforderungen der Mitwirkenden und die Kosten des zur Herausgabe einer solchen Zeitschrift erforderlichen Materials unendlich gesteigert haben, weßhalb auch nur eine immer größer werdende Verbreitung derselben im Stande ist, sie für den anfänglich festgesetzten Preis zu liefern und fernerhin bestehen zu lassen. Der Herausgeber erläßt daher an alle Männer, denen die Nützlichkeit eines Institutes einleuchtend ist, durch welches der Architekt und Ingenieur von den Fortschritte in ihren Wissenschaften in Kenntniß gesetzt werden, die Aufforderung, dasselbe durch geneigte Empfehlung in ihrem Kreise zu unterstützen.

Für den dreiundzwanzigsten Jahrgang unserer Zeitschrift haben wir ein interessantes und mannigfaltiges Material so weit vorbereitet, daß die schnelle Aufeinanderfolge der einzelnen Hefte verbürgt werden kann. Der nun vollendete Jahrgang 1857 enthält außer vielen kleinen technischen und literarischen Notizen:

„Die Konkurrenz zum Entwurf der Bauplane für die Votivkirche in Wien; Anleitung zum Bau der Klinkerstraßen; „asphaltirte Ziegel und Steine zu Wasserpanten, Straßenpflasterungen u. s. w.; neue Eisenbahnkonstruktion; über den „Bau der Kasernen vom Standpunkt der Gesundheitslehre aus; die neuen Eisenhüttenwerksanlagen in Ruhrort; Schluß „der höchst praktischen Anleitung zur Kunst Quellen zu entdecken; Beschreibung der neuen Papierfabrik des Herrn „Flinsch zu Freiburg im Breisgau; die Karolinenbrücke über den Lech zu Landsberg; die neue Hochofenanlage in Hörde; „Medinacement und die damit ausgeführten Baulichkeiten; die Baugeschichte des Louvre, eine 5 Bogen umfassende „kunstgeschichtliche Abhandlung über die Kunst aus jenen Zeiten, in welche der Bau dieses Gebäudes fällt; über den „Luftstrom im Schornstein; die Behandlung des Elfenbeines, Beines, Hornes und Holzes mit farbigen Beizen; ökono„mische Bedachung von getheertem Papie und Wasen; über die Darstellung des Wasserglases; Darstellung der physi„schen Schifffahrtshindernisse an der Ausmündung des Donaustromes ins schwarze Meer, und Mittel zur Beseitigung „derselben; der Hof des Palastes Real audiencia zu Barcelona; Mittheilungen über den Stand des Unternehmens „der gemeinnützigen Baugesellschaft zu Berlin, so wie über die Nutzanwendung der Kostenergebnisse auf sonstige bürger„liche Neubauten; die Maximiliansbrücke über den Inn bei Mühldorf; Maschinen und Apparate zur Erzeugung künst„licher Brennmaterialien; über unterseeische Telegraphen; ein neuer Motor, welcher stets mit demselben Dampfe ar„beitet, dem man bei jedem Kolbenhub de Wärme wiedergibt, die er bei Hervorbringung des mechanischen Effektes „verloren hat; das Bezirksgefängniß zu Landau in der Pfalz; Eisenkonstruktionen und Metalldeckungen der Gü„terschuppen auf der Westbahn zu Batignoles; über eiserne Dachstühle und Metalldeckungen in Frankreich überhaupt; „die eiserne Landungsterrasse von Gravesend bei London; Wäschetrocknenanstalt in dem Kreis-Armen und Irrenhause zu „Frankenthal; vervollkommneter Brodbackofen; Beschreibung einer Oelmühle mit Dampfbetrieb; Durchstechung der Land„enge von Suez; Brücke von Saltash in der Bai von Plymouth; Erfahrungsresultate über Holzkonservirung; Bau der „Viadukte; über die natürlichen und künstlichen Bitumen, welche gegenwärtig im Gebrauch sind; Landhaus in Baden; „Warmwasserapparat zur Beheizung der Treibhäuser und Orangerien und über den Bau eiserner Gewächshäuser; Back„ofenkonstruktion nach kontinuirlichem Principe; über die öffentliche Reinlichkeit in den Städten; Straßenwalzen; Darstel„lung verschiedener Oefen für industrielle Zwecke und zum häuslichen Gebrauch; ein Tag in Pompeji; auf Erfah„rung gegründete Betrachtungen zur Nutzanwendung bei der Erbauung von metallenen, steinernen und hölzernen

Digitized by Google

„Brücken, Trägern, Entlastungsbogen, Dachstühlen u. s. w. (eine 10 Bogen umfassende wissenschaftliche Abhandlung „über diesen wichtigen Gegenstand); verbesserter Arkograph; Brücke über den Main bei Schweinfurt; Villa am Traun„see; Prüfung der neuesten in England und Frankreich vorgeschlagenen Vorrichtungen zur Verbrennung des Rauchs und „Beschreibung eines neuen Verfahrens; Neufassung des geilnauer Mineralbrunnens; die Baukunst der Kirchen und „Klöster im Orient (ein umfassender Vortrag über die byzantinische Architektur mit 180 verschiedenen Beispielen von „ganzen Gebäuden und Gebäudetheilen dieses Stils); Strombauten zur Verbesserung der Schifffahrt auf der Marne; „das Arsenal des öster. Lloyd in Triest."

Alle diese Aufsätze sind von Abbildungen begleitet, die von denküchtigsten Künstlern nach sorgfältig dargestellten Zeichnungen in passendem Maßstabe gravirt sind, und bilden in Verbindung mit den kleineren technischen Mittheilungen einen Band von 68 Bogen Text in Quarto nebst 28 Zeichnungen, und einen Folioband mit 86 Blatt Zeichnungen.

Sowohl diese hier aufgezählten als auch die in den folgenden Heften des Jahrganges 1858 erscheinenden Mittheilungen werden das Zeugniß liefern, daß wir stets bemüht sind, unsere Zeitschrift mit Beiträgen zu bereichern, welche die Fortschritte in den gesammten Zweigen der Bauwissenschaft bezeichen.

Wir erlauben uns ferner, darauf aufmerksam zu machen, daß vonden zwanzig Jahrgängen der Allgemeinen Bauzeitung von 1836 bis 1855 ein **vollständiges Inhaltsverzeichniß** erschienen ist, welches den Gebrauch dieses encyklopädischen Werkes im höchsten Grade erleichtert, indem alle ihrer Natur nach zusammen gehörenden Gegenstände so gruppirt sind, daß sie mit Leichtigkeit gefunden und übersehen werden können. Dasselbe enthält 25 Druckbogen in Quart-Format und ist für das Hauptblatt in 16 Abschnitte eingetheilt, nämch:

„Monumentale Bauwerke des Hochbaues, öffentliche Gebäude und Anlagen, Stadtpläne, Organisazion wissenschaftlicher, „technischer, Kunstbildungs- und Wohlthätigkeitsanstalten, Wohn-, Fabrks- und Oekonomiegebäude, so wie Garten„anlagen. — Ausgeführte Brückenbauwerke und Normalbrücken. — Land und Straßenbauten. — Eisenbahnen und „Theile von Eisenbahnen, welche als selbstständige Werke gelten können. — Wasserbauten. — Einzelne Bautheile, „Baumaterialien, Hilfsmittel bei Bauführungen, geodätischen und künstlerischen Arbeiten. — Schutz und Reparatur „der Bauwerke. — Maschinen und Bestandtheile derselben, Eisenbahnwagn, Instrumente und Apparate. — Deleira„zionen. — Ueber verschiedene technische Gegenstände. — Wissenschaftlick, ästhetische und technische Abhandlungen, „Untersuchungen, Berechnungen und Versuche. — Allgemeine Monumentlkunde, Archäologie, Geschichte und Kunst „der verschiedenen Zweige des Bauwesens. — Biographien und Nachrichta von Künstlern. — Gesetze, Verordnun„gen, Dienstorganisazion, Kontrole des Bauwesens, Vorträge ꝛc. — Literatur des Bauwesens. — Oeffentliche Feste „und Ausstellungen. — Anzeigen, Bemerkungen, Fragen, Nachrichten und Notizen, das Baufach betreffend."

Auch von den Beiblättern der Allgemeinen Bauzeitung, vom **Litratur- und Anzeigeblatt,** so wie von den **Ephemeriden** und dem **Notizblatt,** ist ein vollständiges alphabetisches Vereichniß der darin enthaltenen äußerst zahlreichen und mannigfaltigen Notizen aus dem Gebiete der Baukunst, ihrer Literatur und Technik beigegeben.

Die bisher erschienenen Jahrgänge der Bauzeitung von 1836 bis 1857 bilden 32 Bände Text in Quart und 22 Bände Zeichnungen in Folio mit 1518 Druckbogen Text und 1790 BlattZeichnungen in gr. Folio- und Folioformat, welche beiläufig 2140 Folioblättern entsprechen, ferner 530 Quartblätter Zeichnungen und 440 Holzschnitte.

Der Pränumerazionspreis der Allgemeinen Bauzeitung beträgt jährlich 16 fl. Conv.-Münze oder 11 Thlr. für die ordinäre, und 30 fl. oder 20 Thlr. für die Prachtausgabe.

Um die Anschaffung des ganzen Werkes zu erleichtern, haben wir fast sämmtliche ältern Jahrgänge im Preise herabgesetzt, und zwar die ersten 15 Jahrgänge, d. h. von 1836 bis 1850, zusammen genommen auf fl. 150 oder Thlr. 100

Die Jahrgänge 1851, 1852, 1853 und 1854 à . . . . . „ 13 „ „ 9

Die Jahrgänge 1855 bis 1857 à . . . . . „ 16 „ „ 11

Bestellungen werden in allen soliden Buchhandlungen, sowie in der Verlagshandlung angenommen.

Wien, im Jänner 1858.

L. Förster's artistische Anstalt.

Druck von Friedrich Förster.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google